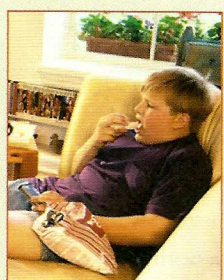




As Glândulas Endócrinas

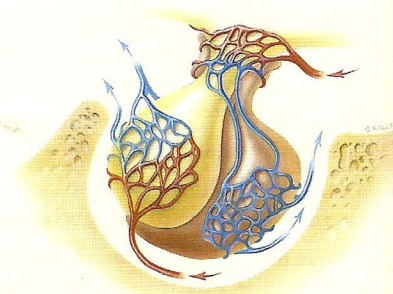
Você sabia?

O alto nível de açúcar no sangue observado no diabetes melito tipo 2 se deve à incapacidade do corpo de responder ao hormônio insulina. Os pesquisadores não sabem exatamente por que as células se tornam “preguiçosas” em suas respostas à insulina, mas sabem que a obesidade e um estilo de vida sedentário aumentam o risco de que uma pessoa desenvolva essa doença. O número de pessoas jovens diagnosticadas com o diabetes melito tipo 2 aumentou quase 10 vezes mais desde os anos de 1980, provavelmente devido ao aumento das taxas de obesidade infantil. Antes daquela época, o diabetes melito tipo 2 era tão raramente visto em crianças e adolescentes, que foi chamado de “diabetes de início adulto”



Foco no Bem-Estar: Resistência à insulina - uma miscelânea metabólica

A medida que amadurecem, os meninos e as meninas desenvolvem diferenças marcantes na aparência física e no comportamento. Nas meninas, os estrógenos (hormônios sexuais femininos) promovem o acúmulo de tecido adiposo nos seios e nos quadris, esculpindo uma forma feminina. Nos meninos, a testosterona (hormônio sexual masculino) aumenta as cordas vocais, produzindo uma voz de baixa frequência, e começa a ajudar na construção da massa muscular. Essas mudanças são exemplos da poderosa influência dos **hormônios** (*hormon* = excitar ou pôr em movimento), secreções das glândulas endócrinas. Em menor escala, os hormônios ajudam a manter a homeostase em uma base diária. Eles regulam a atividade do músculo liso, do músculo cardíaco e de algumas glândulas; alteram o metabolismo; estimulam o crescimento e o desenvolvimento; influenciam nos processos reprodutivos; e participam dos ritmos circadianos (diários) estabelecidos pelo hipotálamo.



Olhando para trás para avançar...

- Esteroides (Capítulo 2)
- A membrana plasmática (Capítulo 3)
- Neurônios (Capítulo 9)
- Sistemas de retroalimentação negativa e positiva (Capítulo 1)



Introdução

OBJETIVO

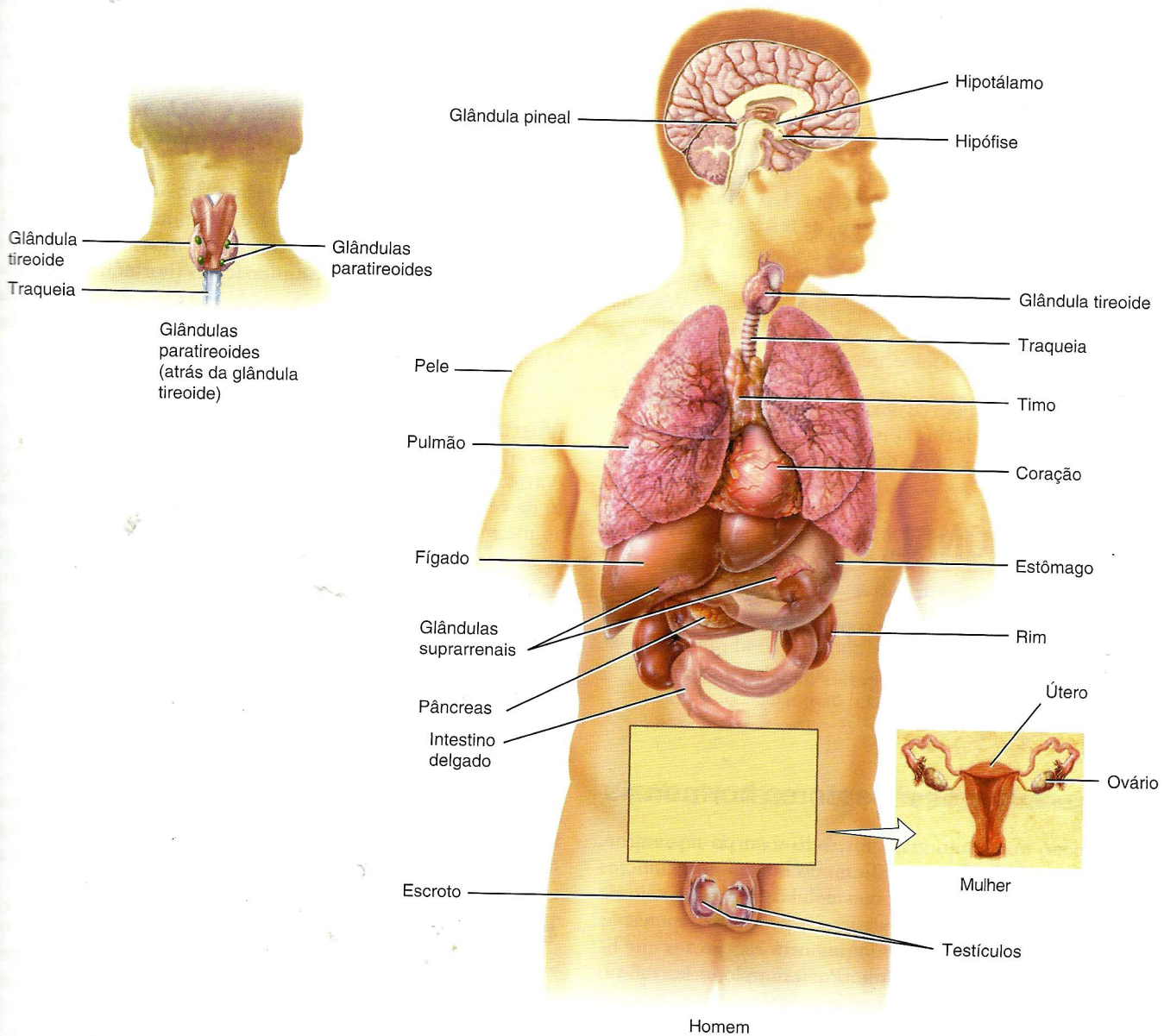
- Listar os componentes do sistema das glândulas endócrinas.

O sistema das glândulas endócrinas consiste em várias glândulas endócrinas e em muitas células secretoras de hormônios em órgãos que têm outras funções, além de secretar hormônios (Figura 13.1).

Ao contrário do sistema nervoso, que controla as atividades do corpo por meio da liberação de neurotransmissores nas sinapses, as glândulas endócrinas liberam hormônios no líquido intersticial (líquido que circunda as células) e, a seguir, na corrente sanguínea. O sangue circulante, em seguida, distribui os hormônios para praticamente todas as células do corpo, e as células que reconhecerem um hormônio em particular responderão. O sistema nervoso e as glândulas endócrinas frequentemente trabalham em conjunto. Por

Figura 13.1 Localização das glândulas endócrinas e de outros órgãos que contêm células endócrinas. Algumas estruturas próximas são mostradas para orientação (traqueia, pulmões, escroto e útero).

As glândulas endócrinas secretam hormônios que o sangue transporta para os tecidos-alvo.



Qual é a diferença básica entre as glândulas endócrinas e as glândulas exócrinas?

exemplo, certas partes do sistema nervoso estimulam ou inibem a liberação de hormônios pelas glândulas endócrinas.

Tipicamente, as glândulas endócrinas agem mais lentamente do que o sistema nervoso, o qual com frequência produz um efeito dentro de uma fração de segundo. Além disso, os efeitos dos hormônios prolongam-se até que eles sejam removidos do sangue. O fígado inativa alguns hormônios, e os rins excretam outros na urina.

Como você aprendeu no Capítulo 4, dois tipos de glândulas estão presentes no corpo: as glândulas exócrinas e as glândulas endócrinas. As *glândulas exócrinas* secretam seus produtos dentro de *ductos* que transportam as secreções para uma cavidade do corpo, o lúmen de um órgão ou a superfície externa do corpo. As glândulas sudoríferas são um exemplo de glândulas exócrinas. As células das *glândulas endócrinas*, pelo contrário, secretam os seus produtos (hormônios) no *líquido intersticial*, o líquido que circunda as células dos tecidos. A seguir, os hormônios se difundem para os vasos capilares sanguíneos e o sangue transporta-os por todo o corpo.

As glândulas endócrinas incluem a hipófise, a glândula tireoide, as glândulas paratireoides, as glândulas suprarrenais e a glândula pineal (Figura 13.1). Além disso, muitos órgãos e tecidos não são exclusivamente classificados como glândulas endócrinas, mas contêm células que secretam hormônios. Esses incluem o hipotálamo, o timo, o pâncreas, os ovários, os testículos, os rins, o estômago, o fígado, o intestino delgado, a pele, o coração, o tecido adiposo e a placenta. *Endocrinologia* (*endo-* = dentro; *-crino-* = secretar; *-logia* = estudo de) é a especialidade científica e médica relacionada às secreções hormonais e ao diagnóstico e tratamento dos distúrbios das glândulas endócrinas.

■ Teste sua compreensão

1. Por que órgãos como os rins, o estômago, o coração e a pele são considerados parte do sistema das glândulas endócrinas?

AÇÃO HORMONAL

OBJETIVOS

- Definir células-alvo e descrever o papel dos receptores hormonais.
- Descrever os dois mecanismos gerais de ação dos hormônios.

As células-alvo e os receptores hormonais

Embora um dado hormônio viaje por todo o corpo no sangue, ele afeta apenas *células-alvo* específicas. Os hormônios, como os neurotransmissores, influenciam suas células-alvo por meio de ligações químicas a *receptores* proteicos específicos. Apenas as células-alvo para um dado hormônio possuem receptores que ligam e reconhecem aquele hormônio. Por exemplo, o hormônio estimulante da tireoide (TSH) liga-se a receptores nas células da glândula tireoide, mas não se liga às células do ovário, porque as células do ovário não possuem receptores de TSH. Geralmente, uma célula-alvo tem de 2.000 a 100.000 receptores para um hormônio específico.

• CONEXÃO CLÍNICA

Bloqueando os receptores hormonais

O fármaco **RU486 (mifepristone)** pode ser usado para induzir um aborto. Ele se liga aos receptores da progesterona (hormônio sexual feminino) e impede a progesterona de exercer seus efeitos normais. Quando o RU486 é administrado em uma mulher grávida, as condições necessárias para o desenvolvimento embrionário são perdidas, e o embrião é expelido junto com o revestimento do útero. Esse exemplo ilustra um importante princípio: se um hormônio é impedido de interagir com seus receptores, ele não pode realizar suas funções normais. •

Química dos hormônios

Quimicamente, alguns hormônios são solúveis em lipídeos (gorduras) e outros são solúveis em água. Os hormônios lipossolúveis incluem os hormônios esteroides, hormônios tireóideos e o óxido nítrico. Os *hormônios esteroides* são derivados do colesterol. Os dois *hormônios tireóideos* (T_3 e T_4) são formados anexando átomos de iodo ao aminoácido tirosina. O *óxido nítrico (NO)* funciona tanto como hormônio quanto como neurotransmissor.

A maioria dos hormônios hidrossolúveis é derivada dos aminoácidos. Por exemplo, o aminoácido tirosina é modificado para formar os hormônios epinefrina e norepinefrina (que são, também, neurotransmissores). Outros hormônios hidrossolúveis consistem em cadeias curtas de aminoácidos (hormônios peptídicos), como o hormônio antidiurético (ADH) e a ocitocina; ou de cadeias longas de aminoácidos (hormônios proteicos), por exemplo, a insulina e o hormônio do crescimento humano.

Mecanismos de ação hormonal

A resposta de um hormônio depende tanto do hormônio quanto da célula-alvo. Várias células-alvo respondem diferentemente ao mesmo hormônio. A insulina, por exemplo, estimula a síntese de glicogênio nas células do fígado, mas não estimula a síntese de triglicerídeos nas células adiposas. Para exercer um efeito, um hormônio precisa primeiro “anunciar sua chegada” a uma célula-alvo, ligando-se aos seus receptores. Os receptores de hormônios lipossolúveis estão localizados no interior das células-alvo e os receptores de hormônios hidrossolúveis fazem parte da membrana plasmática das células-alvo.

Ação dos hormônios lipossolúveis

Os hormônios lipossolúveis difundem-se por meio da bicamada lipídica da membrana plasmática e se ligam aos seus receptores *dentro* das células-alvo. Eles exercem seus efeitos do seguinte modo (Figura 13.2):

- 1 Um hormônio lipossolúvel desprende-se de sua proteína transportadora na corrente sanguínea. Depois, o hormônio livre difunde-se do sangue para o líquido intersticial e, através da membrana plasmática, para dentro da célula.
- 2 O hormônio liga-se aos receptores no interior da célula e ativa-os. O complexo receptor-hormônio ativado altera a expressão gênica: ele liga ou desliga genes específicos.



Figura 13.2 Mecanismo de ação dos hormônios lipossolúveis.

Os hormônios lipossolúveis ligam-se aos seus receptores no interior das células-alvo.

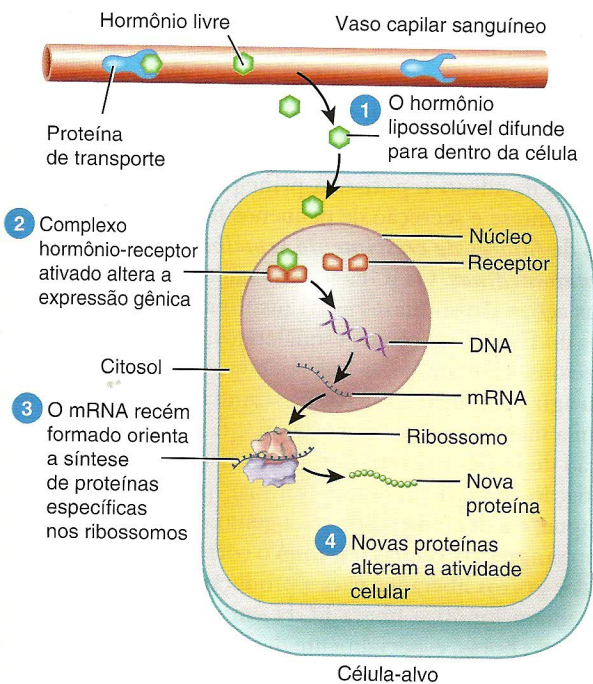
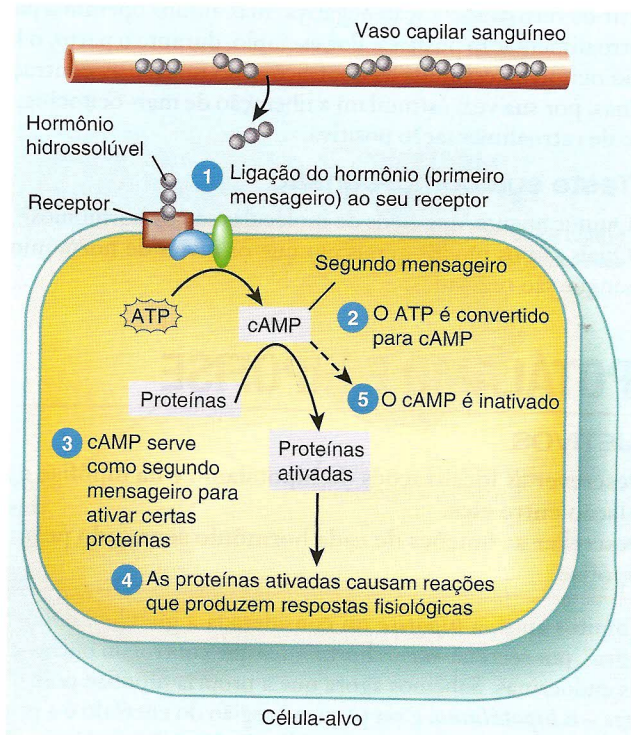


Figura 13.3 Mecanismo de ação dos hormônios hidrossolúveis.

Os hormônios hidrossolúveis ligam-se aos receptores incorporados na membrana plasmática das células-alvo.



? Que tipos de moléculas são sintetizados depois que os hormônios lipossolúveis se ligam a seus receptores?

- À medida que o DNA é transcrito, novos RNA mensageiros (mRNA) são formados, deixam o núcleo e entram no citosol. Lá, eles orientam a síntese de uma nova proteína, frequentemente uma enzima, nos ribossomos.
- As novas proteínas alteram a atividade celular e causam as respostas típicas para aquele hormônio específico.

Ação dos hormônios hidrossolúveis

Uma vez que a maioria dos hormônios derivados de aminoácidos não é lipossolúvel, eles não se difundem por meio da bicamada lipídica da membrana plasmática. Em vez disso, os hormônios hidrossolúveis ligam-se aos receptores que sobressaem da superfície da célula-alvo. Quando um hormônio hidrossolúvel se liga a seu receptor na superfície externa da membrana plasmática, atua como o **primeiro mensageiro**. O primeiro mensageiro (o hormônio) causa, então, a produção do **segundo mensageiro** dentro da célula, onde respostas específicas estimuladas pelo hormônio acontecem. Um segundo mensageiro comum é o **AMP cíclico (cAMP)**, que é sintetizado a partir do ATP.

Os hormônios hidrossolúveis exercem seus efeitos do seguinte modo (Figura 13.3):

- Um hormônio hidrossolúvel (o primeiro mensageiro) difunde-se do sangue e liga-se ao seu receptor, na membrana plasmática da célula-alvo.
- Como resultado dessa ligação, inicia-se uma reação dentro da célula que converte ATP em AMP cíclico.

? Por que o cAMP é chamado de "segundo mensageiro"?

- O AMP cíclico (o segundo mensageiro) causa a ativação de várias proteínas (como as enzimas).
- As proteínas ativadas causam reações que produzem respostas fisiológicas.
- Após um breve período, o AMP cíclico é inativado. Assim, a resposta celular é desativada, a menos que novas moléculas de hormônio continuem a ligar-se aos seus receptores na membrana plasmática.

Controle das secreções hormonais

A liberação da maioria dos hormônios ocorre em explosões curtas, com pouca ou nenhuma secreção entre as explosões. Quando estimulada, uma glândula endócrina libera seu hormônio em explosões mais frequentes, aumentando a concentração desse hormônio no sangue. Na ausência de estimulação, o nível sanguíneo do hormônio diminui à medida que o hormônio é inativado ou excretado. A regulação da secreção normalmente impede a superprodução ou subprodução de qualquer hormônio.

A secreção hormonal é regulada por (1) sinais do sistema nervoso, (2) alterações químicas no sangue e (3) outros hormônios. Por exemplo, os impulsos nervosos para a medula da glândula

suprarrenal regulam a liberação de epinefrina e norepinefrina; o nível sanguíneo de Ca^{2+} no sangue regula a secreção do hormônio paratireoideo; e um hormônio da adeno-hipófise (ACTH) estimula a liberação de cortisol pelo córtex da glândula suprarrenal. A maioria dos sistemas que regula a secreção hormonal funciona a partir de retroalimentação negativa, mas alguns operam a partir de retroalimentação positiva. Por exemplo, durante o parto, o hormônio ocitocina estimula as contrações do útero e as contrações uterinas, por sua vez, estimulam a liberação de mais ocitocina, um efeito de retroalimentação positiva.

■ Teste sua compreensão

2. Quimicamente, que tipos de moléculas são os hormônios?
3. Quais são os modos gerais em que os níveis de hormônio no sangue são regulados?

HIPOTÁLAMO E HIPÓFISE

OBJETIVOS

- Descrever as localizações do hipotálamo e da hipófise e a relação entre eles.
- Descrever as funções de cada hormônio secretado pela hipófise.

Por muitos anos, a *hipófise* foi considerada a glândula endócrina “mestra”, por secretar vários hormônios que controlam outras glândulas endócrinas. Sabemos agora que a própria hipófise possui um mestre – o *hipotálamo*. Essa pequena região do encéfalo é a principal conexão entre o sistema nervoso e as glândulas endócrinas. As células do hipotálamo sintetizam pelo menos nove hormônios, e a hipófise secreta sete. Em conjunto, esses hormônios desempenham importantes papéis na regulação de praticamente todos os aspectos do crescimento, desenvolvimento, metabolismo e homeostase.

A hipófise é do tamanho de uma pequena uva e tem dois lobos: um maior, *adeno-hipófise* ou *lobo anterior*; e um menor, *neuro-hipófise* ou *lobo posterior* (Figura 13.4). Ambos os lobos da hipófise repousam dentro da *fossa hipofisial*, uma depressão em forma de taça no osso esfenoide. Uma estrutura em forma de haste, o *infundíbulo*, liga a hipófise ao hipotálamo. No interior do infundíbulo, vasos sanguíneos denominados *veias porto-hipofisárias* conectam os vasos capilares do hipotálamo a vasos capilares da adeno-hipófise. Os axônios dos neurônios hipotalâmicos, chamados de *células neurosecretoras*, terminam próximos aos vasos capilares do hipotálamo (detalhe à direita, na Figura 13.4), onde eles liberam vários hormônios no sangue.

Hormônios da adeno-hipófise

A adeno-hipófise sintetiza e secreta hormônios que regulam um amplo espectro de atividades corporais, do crescimento à reprodução. A secreção dos hormônios da adeno-hipófise é estimulada pelos *hormônios liberadores* e suprimida pelos *hormônios inibidores*, ambos produzidos pelas células neurosecretoras do hipotálamo. As veias porto-hipofisárias distribuem os hormônios hipotalâmicos liberadores e inibidores, a partir do hipotálamo para a adeno-hipófise

(Figura 13.4). Essa via direta permite aos hormônios liberadores e inibidores agirem rapidamente nas células da adeno-hipófise, antes dos hormônios serem diluídos ou destruídos na circulação geral. Esses hormônios da adeno-hipófise que atuam sobre as glândulas endócrinas são chamados de *hormônios trópicos* ou *tropinas*.

Hormônio do crescimento humano e fatores de crescimento semelhantes à insulina

O *hormônio do crescimento humano (hGH)* é o mais abundante hormônio da adeno-hipófise. A principal função do hGH é promover a síntese e secreção de pequenos hormônios proteicos chamados de *fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFs)* ou *somatomedinas*. Os IGFs são chamados assim porque algumas de suas ações são similares às da insulina. Em resposta ao hGH, células do fígado, músculos esqueléticos, cartilagem, ossos e outros tecidos secretam IGFs, que podem entrar na corrente sanguínea ou agir localmente. Os IGFs estimulam a síntese de proteína, ajudam a manter as massas muscular e óssea, e promovem a cicatrização de lesões e o reparo tecidual. Eles também melhoram a degradação de triglicerídeos (gorduras), que liberam ácidos graxos no sangue, e a degradação do glicogênio do fígado, que libera glicose no sangue. As células por todo o corpo podem usar a glicose e os ácidos graxos liberados para a produção de ATP.

A adeno-hipófise libera hGH em explosões que ocorrem a cada poucas horas, especialmente durante o sono. Dois hormônios hipotalâmicos controlam a secreção de hGH: o *hormônio liberador do hormônio do crescimento (GHRH)* promove a secreção do hormônio do crescimento humano, e o *hormônio inibidor do hormônio do crescimento (GHIH)* suprime-a. O nível de glicose no sangue é um importante regulador da secreção de GHRH e GHIH. O baixo nível de glicose no sangue (hipoglicemia) estimula o hipotálamo a secretar GHRH. Por meio de retroalimentação negativa, um aumento na concentração de glicose no sangue acima do nível normal (hiperglicemia) inibe a liberação de GHRH. Por outro lado, a hiperglicemia estimula o hipotálamo a secretar GHIH e a hipoglicemia inibe a liberação de GHIH.

Hormônio estimulante da tireoide

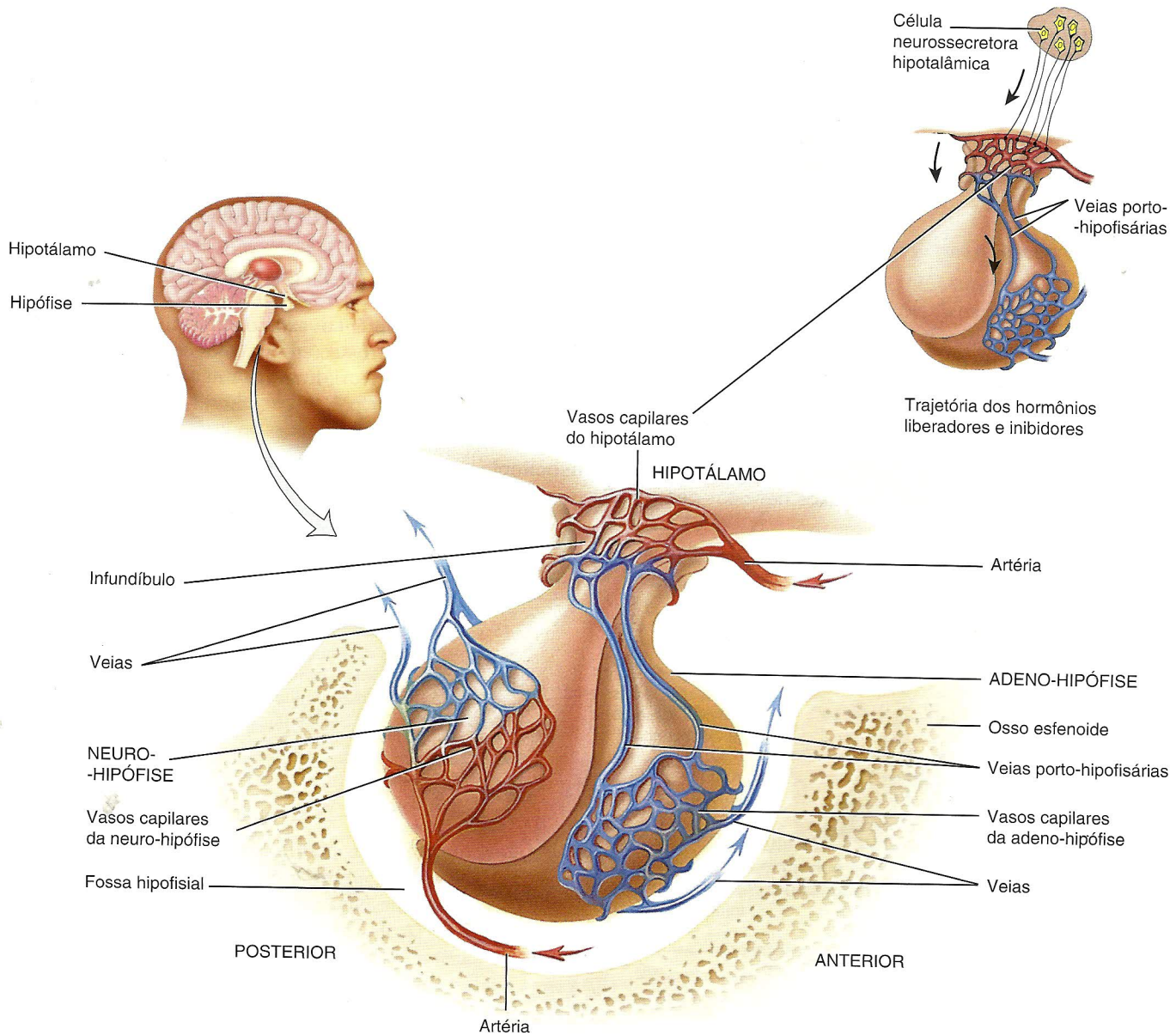
O *hormônio estimulante da tireoide (TSH)* estimula a síntese e a secreção de hormônios tireoideos pela glândula tireoide. O *hormônio liberador de tirotropina (TRH)* do hipotálamo controla a secreção de TSH. A liberação de TRH, por sua vez, depende dos níveis de hormônios tireoideos no sangue, que inibem a secreção de TRH por meio da retroalimentação negativa. Não existe nenhum hormônio inibidor da tirotropina.

Hormônio foliculo-estimulante e hormônio luteinizante

Nas mulheres, os ovários são os alvos para o *hormônio foliculo-estimulante (FSH)* e o *hormônio luteinizante (LH)*. A cada mês, o FSH inicia o desenvolvimento de diversos folículos ovários e o LH desencadeia a ovulação (descrita no Capítulo 23). Após a ovulação, o LH estimula a formação do corpo lúteo no ovário e a secreção de progesterona (outro hormônio sexual feminino) pelo corpo lúteo. O FSH e o LH também estimulam as células

Figura 13.4 A hipófise e seu suprimento sanguíneo. Conforme mostrado no detalhe, à direita, os hormônios liberadores e inibidores sintetizados pelas células neurosecretoras hipotalâmicas, difundem-se para os vasos capilares do hipotálamo e são transportados pelas veias porto-hipofisárias até a adeno-hipófise.

Os hormônios hipotalâmicos liberadores e inibidores são um importante elo entre o sistema nervoso e as glândulas endócrinas.



Qual lobo da hipófise não sintetiza os hormônios que ele libera? Onde são produzidos os seus hormônios?

foliculares a secretarem estrógenos. Nos homens, o FSH estimula a produção de espermatozoides nos testículos e o LH estimula os testículos a secretarem testosterona. O *hormônio liberador de gonadotropina (GnRH)* do hipotálamo estimula a liberação de FSH e LH. A liberação de GnRH, FSH e LH é suprimida pelos estrógenos, nas mulheres, e pela testosterona, nos homens, por meio

de um sistema de retroalimentação negativa. Não existe nenhum hormônio inibidor da gonadotropina.

Prolactina

A *prolactina (PRL)*, juntamente com outros hormônios, inicia e mantém a produção de leite pelas glândulas mamárias. A ejeção

de leite pelas glândulas mamárias depende do hormônio ocitocina, que é liberado pela neuro-hipófise. A função da prolactina nos homens é desconhecida, mas a hipersecreção de prolactina causa disfunção erétil. Nas mulheres, o *hormônio inibidor da prolactina (PIH)* suprime a liberação de prolactina na maior parte do tempo. A cada mês, logo antes da menstruação começar, a secreção do PIH diminui e o nível de prolactina no sangue aumenta, mas não o suficiente para estimular a produção de leite. Quando o ciclo menstrual começa outra vez, o PIH é novamente secretado e o nível de prolactina cai. Durante a gestação, níveis muito elevados de estrógenos promovem a secreção do *hormônio liberador de prolactina (PRH)* que, por sua vez, estimula a liberação de prolactina.

Hormônio adrenocorticotrópico

O *hormônio adrenocorticotrópico (ACTH)* ou *corticotropina* controla a produção e a secreção de hormônios denominados glicocorticoides pelo córtex (porção externa) das glândulas suprarrenais. O hormônio liberador da corticotropina (CRH) do hipotálamo estimula a secreção de ACTH. Os estímulos relacionados ao

estresse, como a baixa glicose sanguínea ou o trauma físico, e a interleucina-1, uma substância produzida pelos macrófagos, também estimulam a liberação de ACTH. Os glicocorticoides causam inibição, por retroalimentação negativa, de ambas as liberações de CRH e ACTH.

Hormônio melanócito-estimulante

Existe pouco hormônio melanócito-estimulante (MSH) circulante em seres humanos. Embora uma quantidade excessiva de MSH cause escurecimento da pele, a função dos níveis normais de MSH é desconhecida. A presença de receptores de MSH no cérebro sugere que ele possa influenciar a atividade encefálica. O excesso de hormônio liberador de corticotropina (CRH) pode estimular a liberação de MSH, já a dopamina inibe a liberação de MSH.

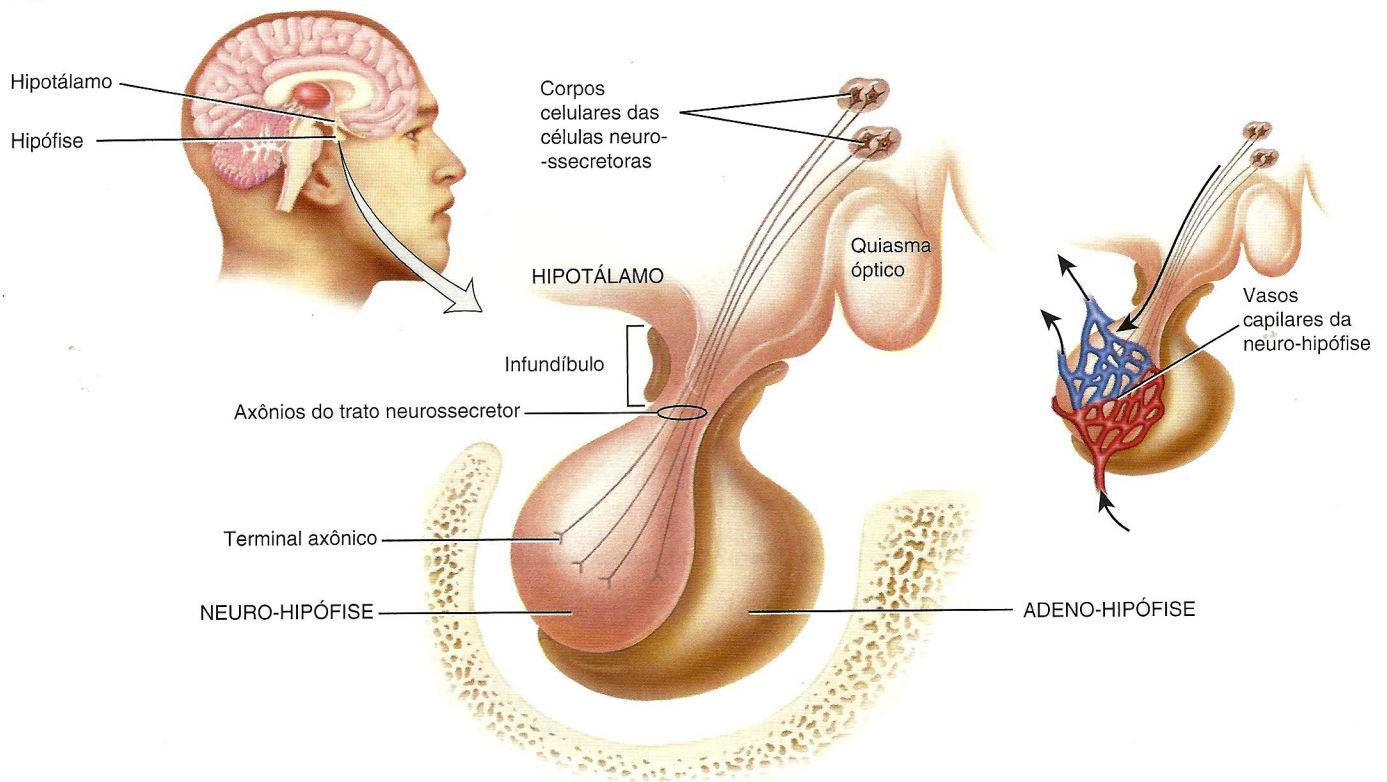
Hormônios da neuro-hipófise

A *neuro-hipófise* contém os axônios e terminais axônicos de mais de 10.000 células neurosecretoras, cujos corpos celulares estão no hipotálamo (Figura 13.5). Embora a neuro-hipófise não sintetize

Figura 13.5 Células neurosecretoras do hipotálamo sintetizam ocitocina e hormônio antidiurético. Seus axônios estendem-se do hipotálamo até a neuro-hipófise. Impulsos nervosos desencadeiam a liberação dos hormônios das vesículas dos terminais axônicos na neuro-hipófise.



A ocitocina e o hormônio antidiurético são sintetizados no hipotálamo e liberados nos vasos capilares da neuro-hipófise.



Onde estão localizadas as células-alvo da ocitocina?

hormônios, ela *armazena e libera* dois hormônios. No hipotálamo, o hormônio **ocitocina** (*oxytoc-* = parto rápido) e o **hormônio antidiurético (ADH)** são sintetizados e empacotados dentro de vesículas secretoras, no interior dos corpos celulares de diferentes células neurosecretoras. Depois, as vesículas se movem para baixo, dos axônios até os terminais axônicos, na neuro-hipófise. Os impulsos nervosos que chegam aos terminais axônicos desencadeiam a liberação desses hormônios nos vasos capilares da neuro-hipófise.

Ocitocina

Durante e após o parto, a ocitocina tem dois tecidos-alvo: o útero e as mamas da mãe. Durante o parto, a ocitocina intensifica a contração das células musculares lisas na parede do útero; após o parto, ela estimula a ejeção (“descida”) do leite pelas glândulas mamárias em resposta aos estímulos mecânicos proporcionados pela sucção do bebê. Em conjunto, a produção e a ejeção de leite constituem a *lactação*. A função da ocitocina nos homens e nas mulheres não grávidas não é clara. Experimentos com animais têm sugerido ações no encéfalo que promovem o comportamento de cuidados paternos com a prole jovem. A ocitocina também pode ser parcialmente responsável pelas sensações de prazer sexual durante e após a relação sexual.

• CONEXÃO CLÍNICA Ocitocina sintética

Anos antes de a ocitocina ser descoberta, as parteiras normalmente deixavam o primeiro gêmeo nascido amamentar-se no seio da mãe para acelerar o nascimento da segunda criança. Agora sabemos porque essa prática é válida – ela estimula a liberação de ocitocina. Mesmo após um parto único, a amamentação promove a expulsão da placenta (após o nascimento) e ajuda o útero a recuperar seu tamanho menor. A **ocitocina sintética (Pitocin®)** frequentemente é administrada para induzir o trabalho de parto ou para aumentar o tônus uterino e controlar a hemorragia logo após o parto.

Hormônio antidiurético

Um **antidiurético** (*anti-* = contra; *diurético* = agente produtor de urina) é uma substância que diminui a produção de urina. O **hormônio antidiurético (ADH)** faz os rins reterem mais água, diminuindo assim o volume de urina. Na ausência de ADH, a produção de urina aumenta mais de 10 vezes a quantidade normal de 1 a 2 litros para cerca de 20 litros por dia. O ADH também reduz a água perdida pela sudorese e causa a constrição das arteríolas. A outra denominação desse hormônio, **vasopressina** (*vaso-* = vaso; *-pressina* = compressão ou constrição), reflete o seu efeito no aumento da pressão sanguínea.

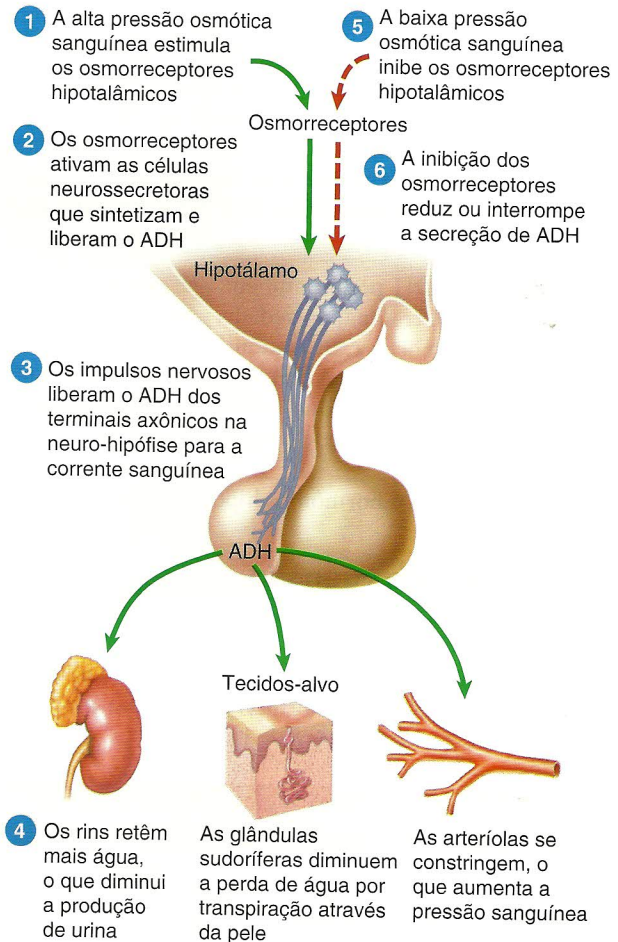
A quantidade de ADH secretada varia de acordo com a pressão osmótica sanguínea e o volume sanguíneo. A pressão osmótica sanguínea é proporcional à concentração de solutos no plasma sanguíneo. Quando a água do corpo é perdida mais rapidamente do que é ingerida, em uma condição denominada *desidratação*, o volume sanguíneo cai e a pressão osmótica sanguínea aumenta. A **Figura 13.6** mostra a regulação da secreção de ADH e as ações do ADH nos seus tecidos-alvo.

1 A pressão osmótica sanguínea elevada – devido à desidratação ou a uma queda do volume sanguíneo por causa de uma

Figura 13.6 Regulação da secreção e ações do hormônio antidiurético (ADH).



O ADH atua para reter a água do corpo e aumentar a pressão sanguínea.



Que efeito teria sobre a pressão osmótica do seu sangue a ingestão de um grande copo de água, e como o nível de ADH se alteraria em seu sangue?

hemorragia, diarreia ou transpiração excessiva – estimula os **osmorreceptores**, neurônios no hipotálamo que monitorizam a pressão osmótica sanguínea.

- 2 Os osmorreceptores ativam as células neurosecretoras hipotalâmicas, que sintetizam e liberam o ADH.
- 3 Quando as células neurosecretoras recebem a informação excitatória dos osmorreceptores, elas geram impulsos nervosos que causam a liberação de ADH na neuro-hipófise. Então, o ADH se difunde para os vasos capilares sanguíneos da neuro-hipófise.
- 4 O sangue transporta o ADH para três tecidos-alvo: os rins, as glândulas sudoríferas e o músculo liso nas paredes dos vasos sanguíneos. Os rins respondem retendo mais água, o que diminui a produção de urina. A atividade secretora das glândulas sudoríferas diminui, o que reduz a taxa de perda

de água pela transpiração através da pele. O músculo liso nas paredes das arteríolas (pequenas artérias) contrai-se em resposta aos altos níveis de ADH, o que constrixe (estrieta) o lúmen desses vasos sanguíneos e aumenta a pressão sanguínea.

- 5 A baixa pressão osmótica do sangue ou o volume sanguíneo aumentado inibe os osmorreceptores.
- 6 A inibição dos osmorreceptores reduz ou interrompe a secreção de ADH. Os rins, então, retêm menos água, formando um volume maior de urina, a atividade secretora das glândulas sudoríferas aumenta e as arteríolas dilatam-se. O volume sanguíneo e a pressão osmótica dos líquidos corporais retornam ao normal.

A secreção de ADH pode, também, ser alterada por outros meios. Dor, estresse, trauma, ansiedade, acetilcolina, nicotina e substâncias como a morfina, os tranquilizantes e alguns anestésicos estimulam a secreção de ADH. O álcool inibe a secreção de ADH e, assim, aumenta a produção de urina. A desidratação resultante pode causar tanto a sede como a dor de cabeça, sintomas típicos de uma ressaca.

A Tabela 13.1 lista os hormônios hipofisários e resume as suas ações.

■ Teste sua compreensão

4. Sob que aspecto a hipófise consiste, na realidade, em duas glândulas?
5. Como os hormônios hipotalâmicos liberadores e inibidores influenciam as secreções dos hormônios da adeno-hipófise?

GLÂNDULA TIREOIDE

OBJETIVO

- Descrever a localização, os hormônios e as funções da glândula tireoide.

A *glândula tireoide*, em forma de borboleta, está localizada logo abaixo da laringe. Ela é composta pelos lobos direito e esquerdo, um em cada lado da traqueia (Figura 13.7 a).

Sacos esféricos microscópicos, chamados de *folículos tireóideos* (Figura 13.7 b), constituem a maior parte da glândula tireoide. A parede de cada folículo tireóideo consiste primariamente de células denominadas *células foliculares*, que produzem dois hormônios: a *tiroxina*, também chamada de T_4 , porque contém quatro átomos de iodo, e a *tri-iodotironina* (T_3), que contém três átomos de iodo. Os hormônios T_3 e T_4 são também conhecidos como *hormônios tireóideos*. A cavidade central de cada folículo da tireoide contém hormônios tireóideos armazenados. Quando o T_4 circula no sangue e entra nas células por todo o corpo, a maior parte dele é convertida em T_3 pela remoção de um átomo de iodo.

Um menor número de células, chamadas de *células parafoliculares*, situam-se entre os folículos (Figura 13.7 b). Elas produzem o hormônio calcitonina.

Ações dos hormônios tireóideos

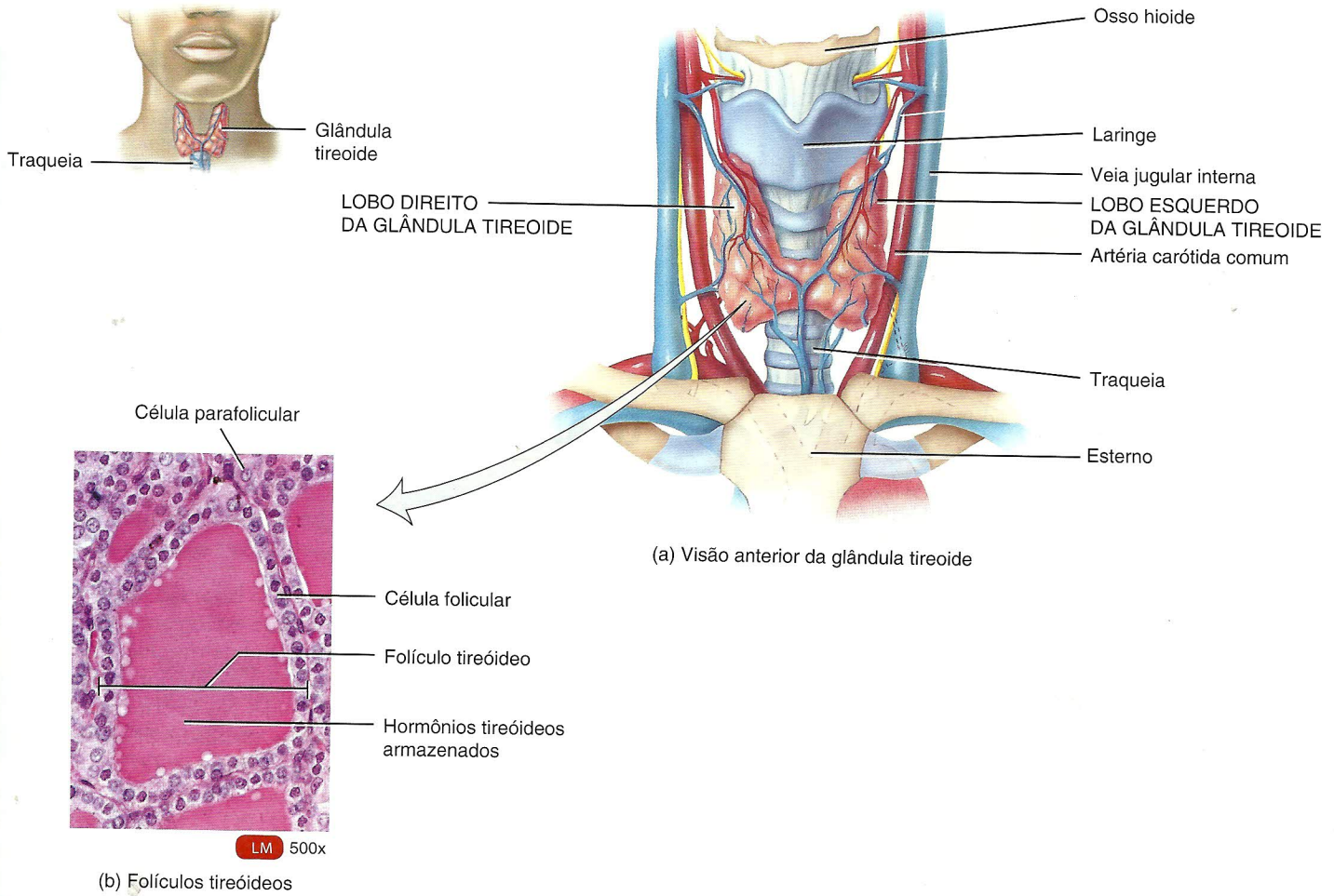
Uma vez que a maioria das células do corpo tem receptores para os hormônios tireóideos, T_3 e T_4 exercem seus efeitos por todo o

Tabela 13.1 Resumo dos hormônios da hipófise e suas ações

Hormônio	Ações
Hormônios da adeno-hipófise	
Hormônio do crescimento humano (hGH)	Estimula o fígado, o músculo, a cartilagem, os ossos e outros tecidos a sintetizarem e secretarem fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFs). Os IGFs promovem o crescimento das células corporais, a síntese proteica, o reparo dos tecidos, a degradação dos triglicerídeos e a elevação do nível sanguíneo de glicose.
Hormônio estimulante da tireoide (TSH)	Estimula a síntese e a secreção dos hormônios tireóideos pela glândula tireoide.
Hormônio folículo-estimulante (FSH)	Nas mulheres, inicia o desenvolvimento dos ovócitos e induz a secreção de estrógenos pelos ovários. Nos homens, estimula os testículos a produzirem espermatozoides.
Hormônio luteinizante (LH)	Nas mulheres, estimula a secreção de estrógenos e progesterona, a ovulação e a formação do corpo lúteo. Nos homens, estimula os testículos a produzirem testosterona.
Prolactina (PRL)	Nas mulheres, estimula a produção de leite pelas glândulas mamárias.
Hormônio adrenocorticotrópico (ACTH), também conhecido como corticotropina	Estimula a secreção de glicocorticoides (principalmente cortisol) pelo córtex da glândula suprarrenal.
Hormônio melanócito-estimulante (MSH)	O exato papel em seres humanos é desconhecido, mas pode influenciar a atividade encefálica. Quando presente em excesso, pode causar escurecimento da pele.
Hormônios da neuro-hipófise	
Ocitocina	Estimula a contração das células musculares lisas do útero durante o parto. Estimula a ejeção do leite pelas glândulas mamárias.
Hormônio antidiurético (ADH), também conhecido como vasopressina	Conserva a água do corpo, diminuindo a produção de urina. Diminui a perda de água pela transpiração. Aumenta a pressão sanguínea pela constrição (estreitamento) das arteríolas.

Figura 13.7 Localização e histologia da glândula tireoide.

Os hormônios tireóideos regulam (1) o uso do oxigênio e a taxa metabólica basal, (2) o metabolismo celular e (3) o crescimento e o desenvolvimento.



? Quais células secretam T3 e T4? Quais células secretam calcitonina?

corpo. Os hormônios tireóideos aumentam a *taxa metabólica basal (TMB)*, que é taxa de consumo de oxigênio sob condições-padrão ou basais (desperto, em repouso e em jejum). A TMB aumenta devido à síntese e ao uso aumentados de ATP. À medida que as células utilizam mais oxigênio para produzir ATP, mais calor é despendido e a temperatura corporal aumenta. Dessa forma, os hormônios tireóideos desempenham um importante papel na manutenção da temperatura corporal normal. Os hormônios tireóideos também estimulam a síntese de proteínas, aumentam o uso de glicose e ácidos graxos para a produção de ATP, aumentam a degradação de triglicérides e intensificam a excreção do colesterol, reduzindo, assim, o nível de colesterol no sangue. Juntamente com o hormônio do crescimento humano e a insulina, os hormônios tireóideos estimulam o crescimento corporal, particularmente o crescimento dos sistemas nervoso e esquelético.

• CONEXÃO CLÍNICA **Hipertireoidismo**

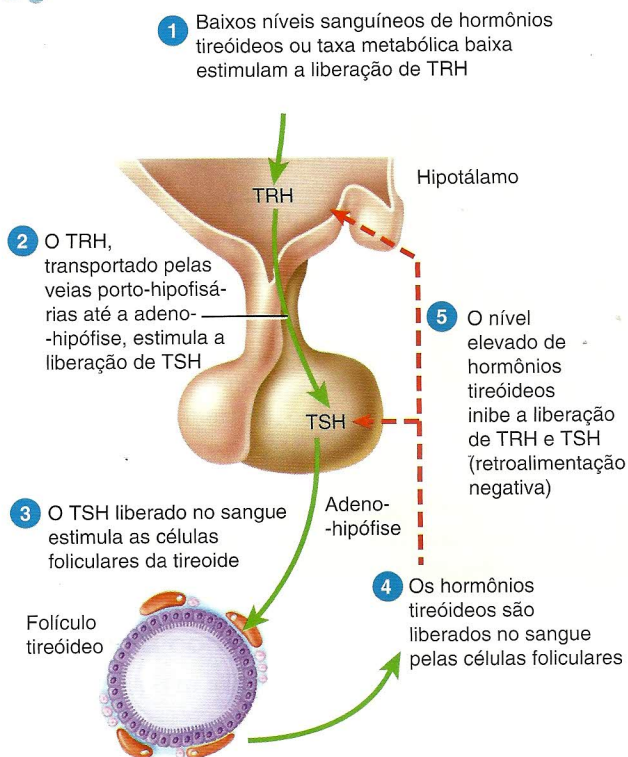
A secreção excessiva dos hormônios tireóideos é conhecida como **hipertireoidismo**. Os sinais e sintomas do hipertireoidismo incluem frequência cardíaca aumentada e batimentos cardíacos mais fortes, pressão sanguínea e nervosismo aumentados.

Controle da secreção dos hormônios tireóideos

O hormônio liberador da tirotropina (TRH) do hipotálamo e o hormônio estimulante da tireoide (TSH) da adeno-hipófise estimulam a síntese e a liberação dos hormônios tireóideos, como mostrado na **Figura 13.8**:

Figura 13.8 Regulação e secreção dos hormônios tireóideos.

O TSH promove a liberação dos hormônios tireóideos.



Qual é o efeito dos hormônios tireóideos na taxa metabólica?

- 1 Baixo nível sanguíneo de hormônios tireóideos ou taxa metabólica baixa estimulam o hipotálamo a secretar TRH.
- 2 O TRH é transportado para a adeno-hipófise, onde ele estimula a secreção do hormônio estimulante da tireoide (TSH).
- 3 O TSH estimula a atividade das células foliculares da tireoide, incluindo a síntese e a secreção de hormônios tireóideos e o crescimento das células foliculares.
- 4 As células foliculares da tireoide liberam hormônios tireóideos no sangue até que a taxa metabólica volte ao normal.
- 5 Um nível elevado de hormônios tireóideos inibe a liberação de TRH e TSH (retroalimentação negativa).

Condições que aumentam a demanda de ATP – um ambiente frio, baixa glicose sanguínea, grande altitude e gravidez – também aumentam a secreção dos hormônios tireóideos.

Calcitonina

O hormônio produzido pelas células parafoliculares da glândula tireoide é a **calcitonina (CT)**. A calcitonina pode diminuir o nível

de cálcio do sangue, pela inibição da ação dos osteoclastos, as células que destroem o osso. A secreção de calcitonina é controlada por um sistema de retroalimentação negativa (ver Figura 13.10). A importância da calcitonina na fisiologia normal não é clara, pois ela pode estar presente em excesso ou completamente ausente sem causar sintomas clínicos.

• CONEXÃO CLÍNICA **Miacalcin**

Miacalcin®, um extrato de calcitonina do salmão, é um tratamento eficaz para a osteoporose, um distúrbio em que o ritmo de destruição do osso excede o ritmo de reconstrução. Ele inibe a destruição desse tecido e acelera a captação de cálcio e fosfatos.

■ Teste sua compreensão

6. Como é regulada a secreção de T_3 e T_4 ?
7. Quais são as ações dos hormônios tireóideos e da calcitonina?

GLÂNDULAS PARATIREÓIDES

OBJETIVO

- Descrever a localização, os hormônios e as funções das glândulas paratireóides.

As **glândulas paratireóides** (*para-* = ao lado) são pequenas massas arredondadas de tecido glandular que estão parcialmente incorporadas à superfície posterior da glândula tireoide (Figura 13.9). Geralmente, uma glândula paratireoide superior e uma inferior estão anexadas a cada lobo da tireoide. No interior das glândulas paratireóides estão células secretoras, chamadas de **células principais**, que liberam o **hormônio paratireoide (PTH)**.

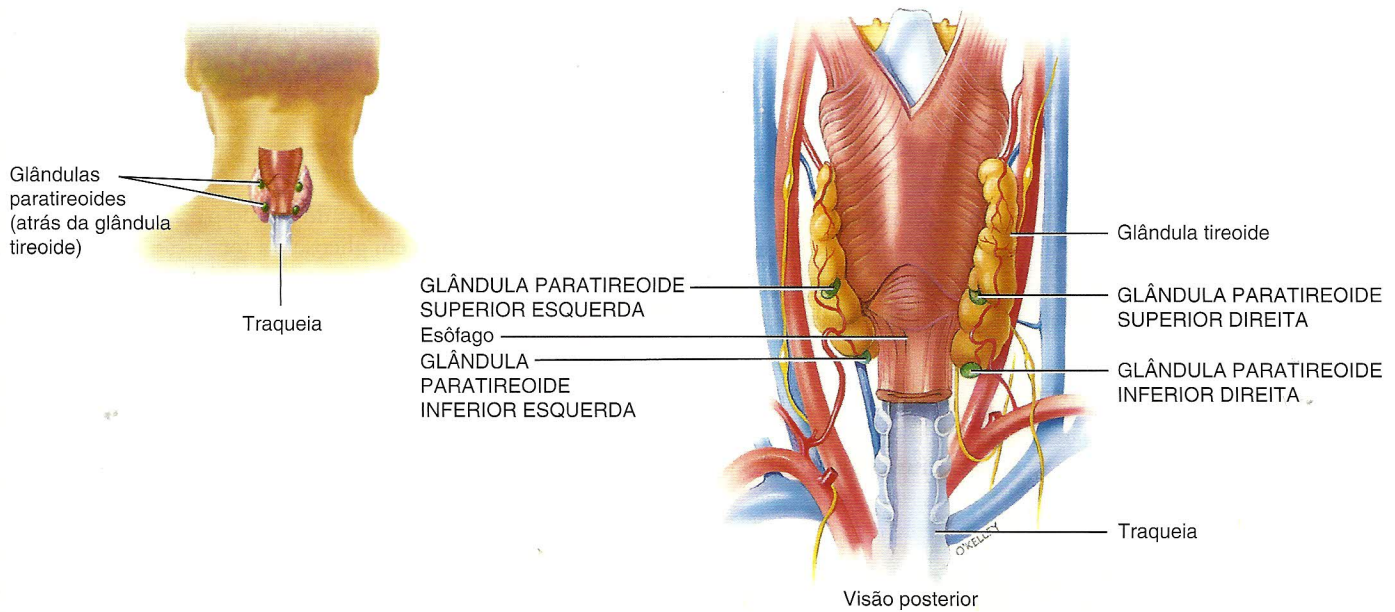
O PTH é o principal regulador dos níveis de íons cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e fosfato (HPO_4^{2-}) no sangue. O PTH aumenta o número e a atividade dos osteoclastos, que destroem a matriz extracelular óssea e liberam o Ca^{2+} e o HPO_4^{2-} no sangue. O PTH também produz três alterações nos rins. Primeiro, ele desacelera a taxa em que o Ca^{2+} e o Mg^{2+} são perdidos do sangue para a urina. Segundo, ele aumenta a perda de HPO_4^{2-} do sangue para a urina. Uma vez que mais HPO_4^{2-} é perdido na urina do que é ganho dos ossos, o PTH diminui o nível sanguíneo de HPO_4^{2-} e aumenta os níveis sanguíneos de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Terceiro, o PTH promove a formação do hormônio **calcitriol**, a forma ativa da vitamina D. O calcitriol age no trato gastrointestinal para aumentar a taxa de absorção de Ca^{2+} , Mg^{2+} e HPO_4^{2-} dos alimentos para o sangue.

O nível de cálcio no sangue controla diretamente a secreção de calcitonina e de hormônio paratireoide, por meio de retroalimentação negativa, e esses dois hormônios têm efeitos opostos sobre o nível sanguíneo de Ca^{2+} (Figura 13.10).

- 1 Um nível de íons cálcio (Ca^{2+}) no sangue acima do normal estimula as células parafoliculares da glândula tireoide a liberarem mais calcitonina.

Figura 13.9 Localização das glândulas paratireoides.

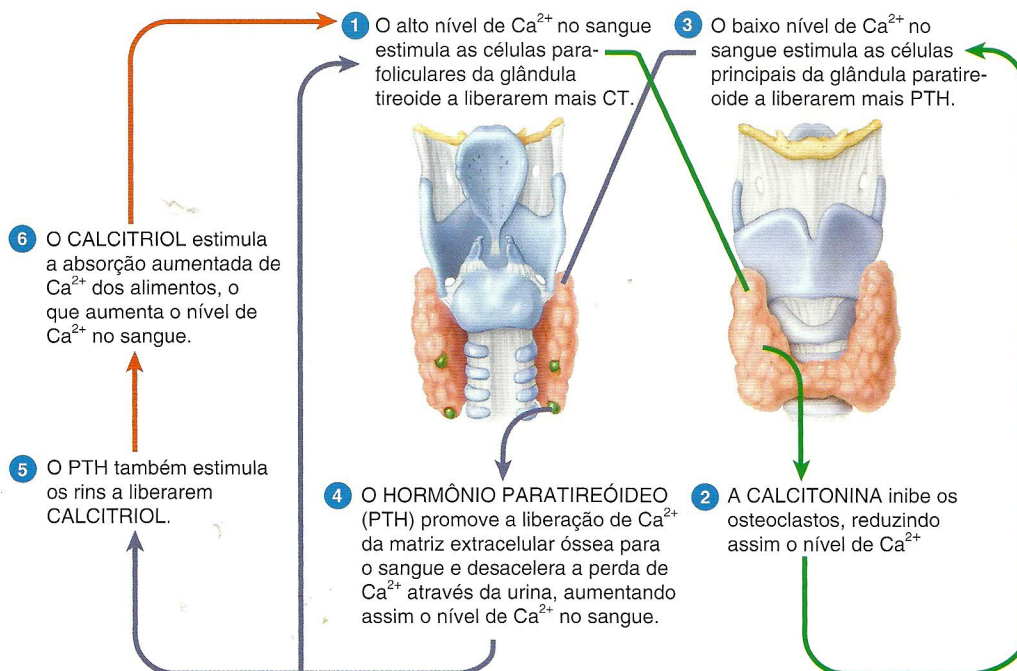
As quatro glândulas paratireoides estão fixadas à superfície posterior da glândula tireoide.



Que efeito o hormônio paratireóideo tem sobre os osteoclastos?

Figura 13.10 Os papéis da calcitonina (setas verdes), do hormônio paratireóideo (setas roxas) e do calcitriol (setas laranjas) na homeostase do nível sanguíneo de cálcio.

O PTH e a calcitonina têm efeitos opostos sobre o nível de íons cálcio (Ca^{2+}) no sangue.



Quais são os tecidos-alvo primários para o PTH, a calcitonina e o calcitriol?

- 2 A CT inibe a atividade dos osteoclastos, desse modo decrescendo o nível de Ca^{2+} no sangue.
- 3 Um nível de Ca^{2+} no sangue menor do que o normal estimula as células principais da glândula paratireoide a liberarem mais PTH.
- 4 O PTH aumenta o número e a atividade dos osteoclastos, que destroem o osso e liberam Ca^{2+} no sangue. O PTH também desacelera a perda de Ca^{2+} através da urina. Ambas as ações do PTH aumentam o nível de Ca^{2+} no sangue.
- 5 O PTH também estimula os rins a liberarem calcitriol, a forma ativa da vitamina D.
- 6 O calcitriol estimula a absorção aumentada de Ca^{2+} dos alimentos no trato gastrointestinal, que ajuda a aumentar o nível de Ca^{2+} no sangue.

■ Teste sua compreensão

8. Como é regulada a secreção de PTH?
9. Em que sentido as ações do PTH e do calcitriol são semelhantes e diferentes?

ILHOTAS PANCREÁTICAS

OBJETIVO

- Descrever a localização, os hormônios e as funções das ilhotas pancreáticas.

O *pâncreas* (*pan-* = todo; *-creas* = carne) é um órgão achatado, localizado na curvatura do duodeno, a primeira parte do intestino delgado (Figura 13.11 a). Ele tem funções endócrinas, discutidas neste capítulo, e funções exócrinas, discutidas no Capítulo 19. A parte endócrina do pâncreas consiste em agrupamentos de células, chamados de *ilhotas pancreáticas* ou *ilhotas de Langerhans*. Algumas células das ilhotas, as *células alfa*, secretam o hormônio *glucagon*, e outras células das ilhotas, as *células beta*, secretam *insulina*. As ilhotas também contêm vasos capilares sanguíneos abundantes e são circundadas por células que formam a parte exócrina do pâncreas (Figura 13.11 b, c).

Ações do glucagon e da insulina

A principal ação do glucagon é aumentar o nível de glicose no sangue quando ele cai abaixo do normal, a fim de abastecer os neurônios com glicose para a produção de ATP. A insulina, ao contrário, ajuda a glicose a mover-se para o interior das células, especialmente as fibras musculares, o que diminui o nível de gli-

cose no sangue. O nível de glicose no sangue controla a secreção do glucagon e da insulina por meio de retroalimentação negativa. A Figura 13.12 mostra as condições que estimulam as ilhotas pancreáticas a secretarem seus hormônios, os modos que o glucagon e a insulina produzem os seus efeitos sobre o nível de glicose no sangue e o controle por retroalimentação negativa da secreção hormonal.

- 1 O baixo nível de glicose no sangue (hipoglicemia) estimula a secreção de glucagon.
- 2 O glucagon age nas células do fígado para promover a degradação do glicogênio em glicose e a formação de glicose a partir de ácido láctico e de certos aminoácidos.
- 3 Como resultado, o fígado libera glicose no sangue mais rapidamente e o nível sanguíneo de glicose aumenta.
- 4 Se a glicose no sangue continua a subir, o alto nível de glicose no sangue (hiperglicemia) inibe a liberação de glucagon pelas células alfa (retroalimentação negativa).
- 5 Ao mesmo tempo, o alto nível de glicose no sangue estimula a secreção de insulina.
- 6 A insulina age em várias células do corpo para promover a difusão facilitada de glicose para dentro das células, especialmente as fibras musculares esqueléticas; para acelerar a síntese de glicogênio a partir da glicose; para aumentar a captação de aminoácidos pelas células e para aumentar a síntese de proteínas.
- 7 Como resultado, o nível de glicose no sangue cai.
- 8 Se o nível de glicose do sangue cai abaixo do normal, a glicose sanguínea baixa inibe a liberação de insulina pelas células beta (retroalimentação negativa).

Além de afetar o metabolismo da glicose, a insulina promove a captação de aminoácidos pelas células do corpo e aumenta a síntese de proteínas e de ácidos graxos dentro das células. Portanto, a insulina é um hormônio importante quando os tecidos estão se desenvolvendo, crescendo ou sendo reparados.

A liberação de insulina e de glucagon é também regulada pelo sistema nervoso autônomo (SNA). A parte parassimpática do SNA estimula a secreção de insulina, por exemplo, durante a digestão e a absorção de uma refeição. A parte simpática do SNA, ao contrário, estimula a secreção de glucagon, como acontece durante o exercício.

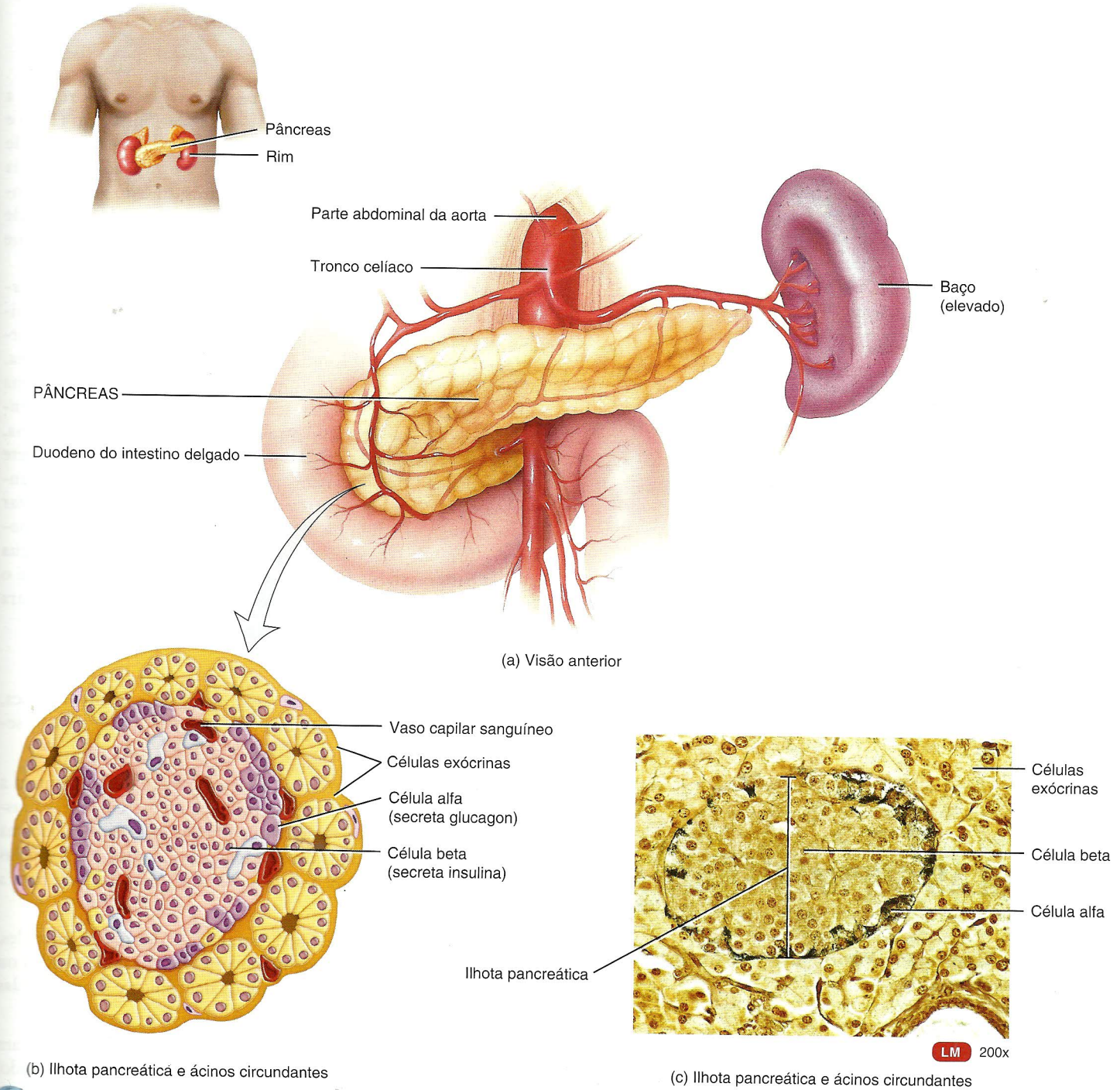
■ Teste sua compreensão

10. Quais são as funções da insulina?
11. Como são controlados os níveis sanguíneos de glucagon e de insulina?

Figura 13.11 Localização e histologia do pâncreas.



Os hormônios liberados pelas ilhotas pancreáticas regulam o nível de glicose no sangue.



(b) Ilhota pancreática e ácinos circundantes

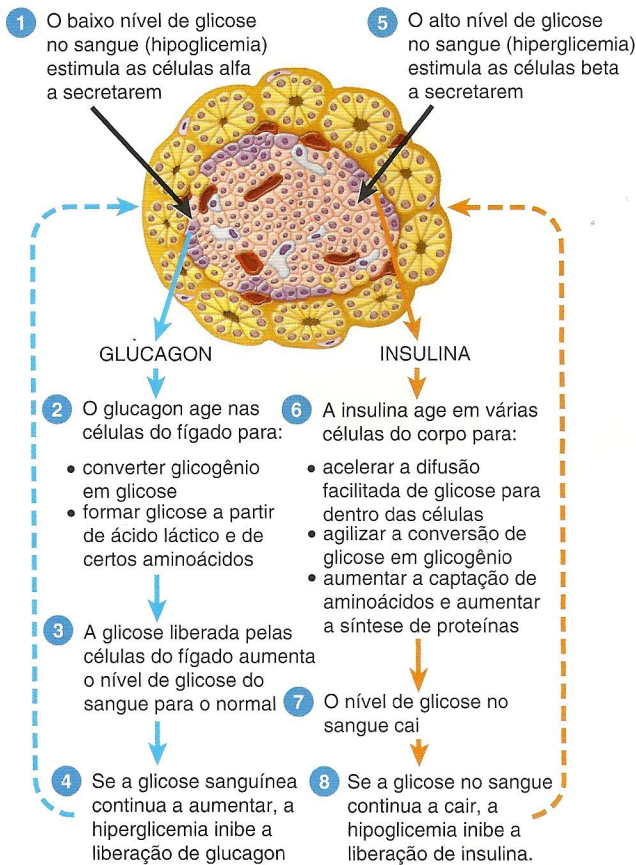
(c) Ilhota pancreática e ácinos circundantes



O pâncreas é uma glândula exócrina ou endócrina?

Figura 13.12 Regulação do nível de glicose no sangue pelos sistemas de retroalimentação negativa que envolvem o glucagon (setas azuis) e a insulina (setas laranjas).

O baixo nível de glicose no sangue estimula a secreção de glucagon, enquanto o alto nível de glicose no sangue estimula a secreção de insulina.



? Por que o glucagon, às vezes, é chamado de hormônio “anti-insulina”?

GLÂNDULAS SUPRARRENAIS

OBJETIVO

- Descrever a localização, os hormônios e as funções das glândulas suprarrenais.

Existem duas *glândulas suprarrenais*, cada uma delas situada superiormente a cada rim (Figura 13.13). Cada glândula suprarrenal tem regiões que produzem diferentes hormônios: o *córtex da glândula suprarrenal* externo, que constitui 85% da glândula, e a *medula da glândula suprarrenal* interna.

Hormônios do córtex da glândula suprarrenal

O córtex da glândula suprarrenal consiste em três zonas, cada uma das quais sintetiza e secreta hormônios esteroides diferentes. A

zona externa libera hormônios chamados de mineralocorticoides, porque eles afetam a homeostase mineral. A zona média libera hormônios chamados de glicocorticoides, porque eles afetam a homeostase da glicose. A zona interna libera andrógenos (hormônios esteroides que têm efeitos masculinizantes).

Mineralocorticoides

A *aldosterona* é o principal *mineralocorticoide*. Ela regula a homeostase de dois íons minerais, isto é, os íons sódio (Na^+) e os íons potássio (K^+). A aldosterona aumenta a reabsorção de Na^+ da urina para o sangue e estimula a excreção de K^+ pela urina. Ela também ajuda no ajuste da pressão e do volume sanguíneos e promove a excreção de H^+ na urina. Tal remoção de ácidos do corpo pode ajudar a evitar a acidose (pH do sangue abaixo de 7,35).

A secreção de aldosterona ocorre como parte da via *renina-angiotensina-aldosterona* (Figura 13.14). As condições que iniciam essa via incluem desidratação, deficiência de Na^+ ou hemorragia, que diminuem o volume de sangue e a pressão sanguínea. A pressão sanguínea baixa estimula os rins a secretarem a enzima *renina*, a qual promove uma reação no sangue que forma *angiotensina I*. Quando o sangue flui através dos pulmões, outra enzima, chamada de *enzima conversora de angiotensina (ECA)*, converte a angiotensina I inativa no hormônio ativo *angiotensina II*. A angiotensina II estimula o córtex da glândula suprarrenal a secretar aldosterona. A aldosterona, por sua vez, age nos rins para promover o retorno de Na^+ e de água para o sangue. Quanto mais água retorna para o sangue (e menos é perdida pela urina), maior é o aumento do volume sanguíneo, elevando a pressão sanguínea para o normal.

Glicocorticoides

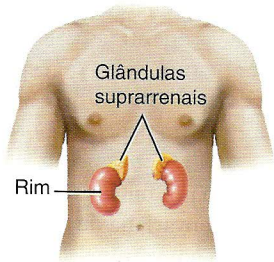
O *glicocorticoide* mais abundante (*glico-* = açúcar; *cortic-* = a casca, casco) é o *cortisol*. O cortisol e outros glicocorticoides têm as seguintes ações:

- **Degradação de proteínas.** Os glicocorticóides aumentam a taxa de degradação proteica, principalmente em fibras musculares e, portanto, aumentam a liberação de aminoácidos na corrente sanguínea. Os aminoácidos podem ser usados pelas células do corpo para a síntese de novas proteínas ou para a produção de ATP.
- **Formação de glicose.** Sob a estimulação dos glicocorticoides, as células do fígado podem converter certos aminoácidos ou o ácido láctico em glicose, que os neurônios e outras células podem usar para a produção de ATP.
- **Degradação de triglicerídeos.** Os glicocorticoides estimulam a degradação de triglicerídeos no tecido adiposo. Desse modo, os ácidos graxos liberados no sangue podem ser usados para a produção de ATP por muitas células do corpo.
- **Efeitos anti-inflamatórios.** Os glicocorticoides inibem os leucócitos que participam das respostas inflamatórias. Eles são frequentemente usados no tratamento de distúrbios inflamatórios crônicos, como a artrite reumatoide. Infelizmente, os glicocorticóides também retardam o reparo dos tecidos, o que desacelera a cicatrização.



Figura 13.13 Localização e histologia das glândulas suprarrenais.

O córtex da glândula suprarrenal secreta hormônios esteroides e a medula da glândula suprarrenal secreta epinefrina e norepinefrina.



GLÂNDULA SUPRARRENAL DIREITA

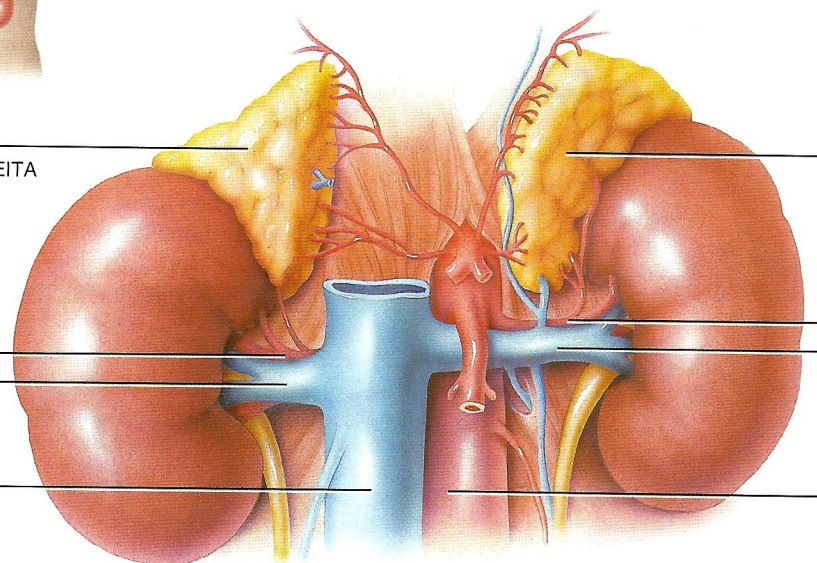
GLÂNDULA SUPRARRENAL ESQUERDA

Artéria renal direita
Veia renal esquerda

Artéria renal esquerda
Veia renal esquerda

Veia cava inferior

Parte abdominal da aorta



(a) Visão anterior

Cápsula
Córtex da glândula suprarrenal
Medula da glândula suprarrenal

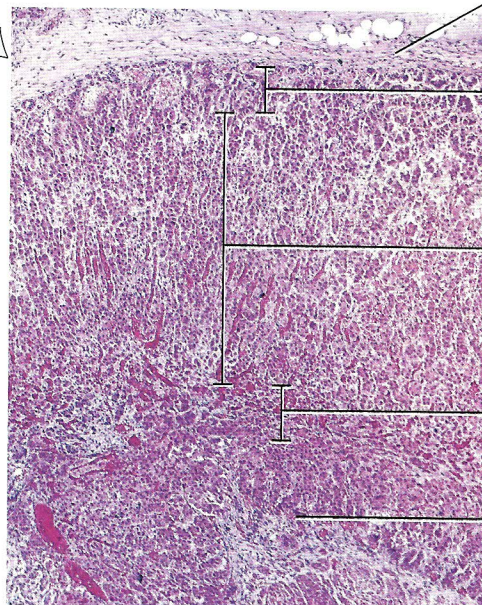
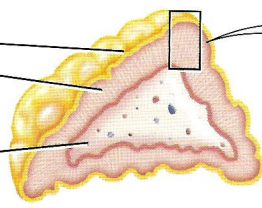
Cápsula
Córtex da glândula suprarrenal:

A zona glomerulosa secreta mineralocorticoides, principalmente aldosterona

A zona fasciculada secreta glicocorticoides, principalmente cortisol

A zona reticular secreta andrógenos

As células cromafins da medula da glândula suprarrenal secretam epinefrina e norepinefrina.



LM 50x

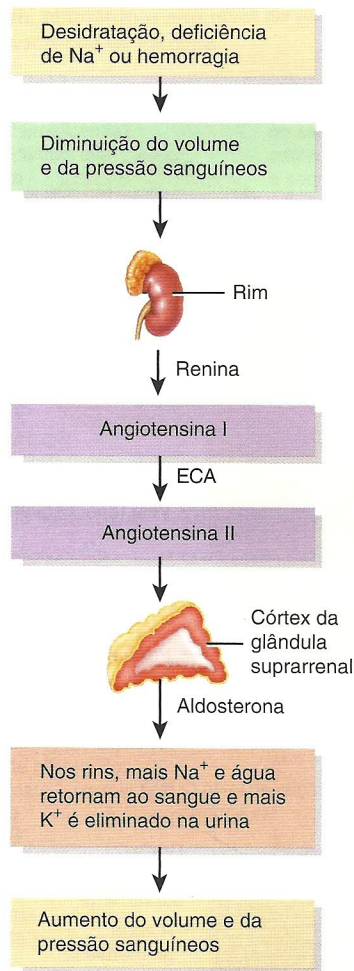
(b) Secção através da glândula suprarrenal esquerda

(c) Subdivisões da glândula suprarrenal

? Quais hormônios são secretados pelas três zonas do córtex da glândula suprarrenal?

Figura 13.14 A via renina-angiotensina-aldosterona.

A aldosterona ajuda a regular o volume sanguíneo, a pressão sanguínea e os níveis de Na^+ e K^+ no sangue.



Um fármaco que *bloqueia* a ação da enzima ECA poderia ser usado para aumentar ou diminuir a pressão sanguínea?

- **Depressão das respostas imunológicas.** Altas doses de glicocorticoides deprimem as respostas imunológicas. Por essa razão, os glicocorticoides são prescritos para os receptores de transplantes de órgãos, para diminuir o risco de rejeição dos tecidos pelo sistema imunológico.

O controle da secreção de cortisol (e de outros glicocorticoides) ocorre por meio de retroalimentação negativa. Um baixo nível sanguíneo de cortisol estimula as células neurosecretoras do hipotálamo a secretar o *hormônio liberador de corticotropina (CRH)*. As veias porto-hipofisárias transportam o CRH até a adeno-hipófise, onde ele estimula a liberação de ACTH (hormônio adeno-corticotrópico). O ACTH, por sua vez, estimula as células do córtex da glândula suprarrenal a secretarem cortisol. À medida que o nível de cortisol aumenta, ele exerce inibição por retroalimentação negativa tanto na adeno-hipófise, para diminuir a liberação de ACTH, quanto no hipotálamo, para reduzir a liberação de CRH.

Andrógenos

Tanto em mulheres como em homens, o córtex da glândula suprarrenal secreta pequenas quantidades de andrógenos fracos. Após a puberdade, nos homens, os andrógenos são liberados em muito maior quantidade pelos testículos. Assim, a quantidade de andrógenos secretada pela glândula suprarrenal em homens é geralmente tão baixa que seus efeitos são insignificantes. Em mulheres, entretanto, os andrógenos suprarrenais desempenham papéis importantes: eles contribuem para a libido (impulso sexual) e são convertidos em estrógenos (esteroides sexuais feminizantes) por outros tecidos do corpo. Após a menopausa, quando a secreção ovariana de estrógeno cessa, todos os estrógenos femininos vêm da conversão de andrógenos suprarrenais. Os andrógenos suprarrenais também estimulam o crescimento dos pelos axilares e púbicos em meninos e meninas, e contribuem para o pico de crescimento pré-puberal. Embora o controle da secreção do andrógeno suprarrenal não esteja totalmente compreendido, o principal hormônio que estimula sua secreção é o ACTH.

• CONEXÃO CLÍNICA Hiperplasia suprarrenal congênita (CAH)

A **hiperplasia suprarrenal congênita (CAH)** é um grupo de distúrbios genéticos, em que uma ou mais enzimas necessárias para a produção de cortisol ou de aldosterona, ou de ambos, estão ausentes. Uma vez que o nível de cortisol é baixo, a secreção de ACTH pela adeno-hipófise é alta, devido à falta de inibição por retroalimentação negativa. O ACTH, por sua vez, estimula o crescimento e a atividade secretora do córtex da glândula suprarrenal. Como resultado, ambas as glândulas suprarrenais estão aumentadas. Entretanto, certos passos que conduzem à síntese de cortisol são bloqueados. Assim, as moléculas precursoras acumulam-se e algumas delas são andrógenos fracos que podem ser convertidos em testosterona. O resultado é o **virilismo**, ou masculinização. Em uma mulher, as características viris incluem o crescimento de barba, desenvolvimento de uma voz muito mais grave, distribuição masculina dos pelos corporais, crescimento do clitóris de modo que ele pode se assemelhar a um pênis, atrofia das mamas e musculatura aumentada que produz um físico masculinizado. Em homens, o virilismo causa as mesmas características que nas mulheres, o desenvolvimento acelerado dos órgãos sexuais masculinos e a emergência de desejos sexuais masculinos. •

Hormônios da medula da glândula suprarrenal

A região mais interna de cada glândula suprarrenal, a medula da glândula suprarrenal, consiste em células pós-ganglionares simpáticas do sistema nervoso autônomo (SNA) que são especializadas em secretar hormônios. Os dois principais hormônios da medula da glândula suprarrenal são a *epinefrina* e a *norepinefrina (NE)*, também chamados, respectivamente, de adrenalina e noradrenalina.

Em situações estressantes e durante o exercício, impulsos do hipotálamo estimulam os neurônios pré-ganglionares simpáticos que, por sua vez, estimulam as células da medula da glândula suprarrenal a secretar epinefrina e norepinefrina. Esses dois hormônios aumentam consideravelmente a resposta de luta-ou-fuga (ver a seção A Resposta ao Estresse). Pelo aumento da frequência cardíaca e da força de contração, a epinefrina e a norepinefrina aumentam a potência de bombeamento do coração, o que aumenta a pressão sanguínea. Elas também aumentam o fluxo sanguíneo

Resistência à insulina – uma miscelânea metabólica

Uma das doenças endócrinas mais comuns, o diabetes melito tipo 2, é caracterizada por altos níveis de insulina no sangue. Os níveis de insulina são altos devido à **resistência a esse hormônio**, uma condição em que os receptores de insulina não respondem apropriadamente. Apesar da insulina abundante, o nível de glicose no sangue permanece alto, porque os receptores não permitem que o hormônio ajude a glicose a atravessar a membrana e entrar nas células.

Um pequeno enigma sobre a gordura no meio

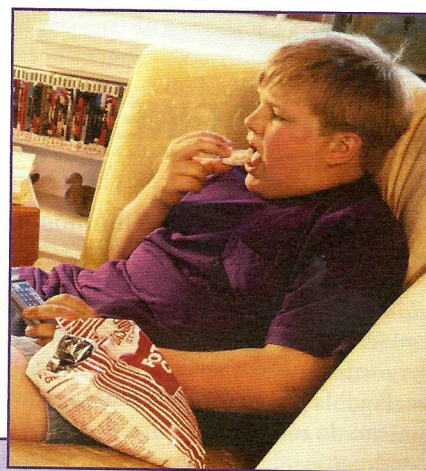
Muitas pessoas que desenvolvem o diabetes melito tipo 2 também desenvolvem hipertensão (pressão sanguínea alta) e colesterol sanguíneo alto. Elas também tendem a estar com excesso de peso e a ser sedentárias. Esse grupo de distúrbios – denominado **síndrome metabólica** – pode estar relacionado ao excesso de tecido adiposo em torno das vísceras abdominais.

Por que a gordura abdominal oferece maior risco do que outros tecidos adiposos? Os adipócitos (células de gordura) da região abdominal são metabolicamente “mais ativos” do que as células de gordura da parte inferior do corpo e são mais responsivos aos hormônios, como a epinefrina. Isso significa que liberam mais prontamente os ácidos graxos na corrente sanguínea, os quais, na área abdominal, fluem para o fígado. O fígado capta os ácidos graxos e produz triglicerídeos que são acondicionados em partículas de lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL). Mais tarde, as VLDLs são convertidas em partículas de lipoproteínas de baixa densidade (LDL). Os níveis mais altos de LDLs estão associados à formação de placas ateroscleróticas arteriais obstrutivas.

A elevação de triglicerídeos pode romper a regulação do açúcar no sangue e desencadear uma elevação da insulina. Os níveis elevados de insulina, por sua vez, estimulam o sistema nervoso simpático, que aumenta a pressão sanguínea. E aí está, tudo em um só pacote: açúcar

sanguíneo alto, lipídeos sanguíneos altos, hipertensão e obesidade abdominal, um pacote que aumenta significativamente o risco de doença arterial.

Tabagismo, consumo de álcool, dieta inadequada e estilo de vida sedentário predisõem uma pessoa a desenvolver diabetes melito tipo 2. O exercício e a perda de peso (em pessoas que estão acima do peso) aumentam a sensibilidade dos receptores de insulina e melhoram o transporte da glicose para dentro das células do corpo.



▶ Pense sobre isto...

- ▶ *Por que você acha que a gordura extra tende a ser perdida mais facilmente na região abdominal do que nos quadris e nas coxas? Você está sob risco de uma síndrome metabólica? Use uma fita métrica para medir as circunferências dos seus quadris e cintura. Uma razão cintura-quadris maior que 1,0 para os homens ou que 0,8 para as mulheres é considerada arriscada.*

para o coração, fígado, músculos esqueléticos e tecido adiposo; dilatam as vias aéreas para os pulmões e aumentam os níveis de glicose e de ácidos graxos no sangue. Como os glicocorticoides do córtex da glândula suprarrenal, a epinefrina e a norepinefrina também ajudam o corpo a resistir ao estresse.

■ Teste sua compreensão

12. Como comparar o córtex da glândula suprarrenal e a medula da glândula suprarrenal em relação à sua localização e histologia?
13. Como é regulada a secreção dos hormônios do córtex da glândula suprarrenal?

OVÁRIOS E TESTÍCULOS

OBJETIVO

- Descrever a localização, os hormônios e as funções dos ovários e dos testículos.

As **gônadas** são os órgãos que produzem os gametas – espermatozoides em homens e ovócitos em mulheres. As gônadas femi-

ninas, os **ovários**, são corpos ovais emparelhados localizados na cavidade pélvica. Eles produzem os hormônios sexuais femininos **estrógenos** e **progesterona**. Juntamente com o FSH e o LH da adeno-hipófise, os hormônios sexuais femininos regulam o ciclo menstrual, mantêm a gravidez e preparam as glândulas mamárias para a lactação. Eles também ajudam a estabelecer e a manter a forma do corpo feminino.

Os ovários também produzem a **inibina**, um hormônio proteico que inibe a secreção do hormônio folículo-estimulante (FSH). Durante a gravidez, os ovários e a placenta produzem um hormônio peptídico chamado de **relaxina**, que aumenta a flexibilidade da sínfise púbica durante a gestação e ajuda a dilatar o colo do útero durante o trabalho de parto e o parto. Essas ações aumentam o canal do parto, o que ajuda a facilitar a passagem do bebê.

As gônadas masculinas, os **testículos**, são glândulas ovais que se situam no escroto. Os testículos produzem **testosterona**, o principal andrôgeno ou hormônio sexual masculino. A testosterona regula a produção de espermatozoides e estimula o desenvolvimento e a manutenção das características masculinas, como o crescimento da barba e a voz mais grave. Os testículos também produzem inibina, que inibe a secreção de FSH. A estrutura deta-

lhada dos ovários e dos testículos e os papéis específicos dos hormônios sexuais serão discutidos no Capítulo 23.

• CONEXÃO CLÍNICA **Transtorno afetivo sazonal (TAS)**

O **transtorno afetivo sazonal (TAS)** é um tipo de depressão que aflige algumas pessoas durante os meses de inverno, quando a duração dos dias é menor. Pensa-se que ele seja devido, em parte, à superprodução de melatonina. A fototerapia – exposição repetida à luz artificial – pode proporcionar alívio. •

■ Teste sua compreensão

14. Por que os ovários e os testículos são incluídos entre as glândulas endócrinas?

GLÂNDULA PINEAL

OBJETIVO

- Descrever a localização, o hormônio e as funções da glândula pineal.

A *glândula pineal* (em forma de pinha) é uma pequena glândula endócrina fixada ao teto do terceiro ventrículo do encéfalo, na linha mediana (ver [Figura 13.1](#) e [10.6](#)). Um hormônio secretado pela glândula pineal é a *melatonina*, que contribui para o estabelecimento do relógio biológico do corpo. Mais melatonina é libe-

rada no escuro e durante o sono; menos melatonina é liberada à forte luz do sol. Em animais que se reproduzem durante estações específicas, a melatonina inibe as funções reprodutivas. Entretanto, ainda não está claro se a melatonina influencia a função reprodutiva humana. Os níveis de melatonina são mais altos em crianças e declinam com a idade, mas não existem evidências de que as variações na secreção de melatonina estejam correlacionadas com o início da puberdade e da maturidade sexual.

■ Teste sua compreensão

15. Qual é a relação entre a secreção de melatonina e o sono?

OUTROS HORMÔNIOS

OBJETIVO

- Listar os hormônios secretados por células em tecidos e em órgãos diferentes das glândulas endócrinas, e descrever suas funções.

Hormônios de outros tecidos e órgãos endócrinos

Células em órgãos diferentes daqueles geralmente classificados como glândulas endócrinas têm uma função endócrina e secretam hormônios. A [Tabela 13.2](#) proporciona uma visão geral desses órgãos e tecidos e seus hormônios e ações.

Tabela 13.2 Resumo dos hormônios produzidos por outros órgãos e tecidos que contêm células endócrinas

Fonte e hormônio	Ações
Timo	
Timosina	Promove a maturação das células T (um tipo de glóbulo branco que destrói microrganismos e substâncias estranhas) e pode retardar o processo de envelhecimento (discutido no capítulo 17).
Trato Gastrointestinal	
Gastrina	Promove a secreção de suco gástrico e aumenta os movimentos do estômago (discutido no Capítulo 19).
Peptídeo insulínico dependente de glicose (GIP)	Estimula a liberação de insulina pelas células beta pancreáticas (discutido no capítulo 19).
Secretina	Estimula a secreção de suco pancreático e de bile (discutido no capítulo 19).
Colecistocina (CCK)	Estimula a secreção de suco pancreático, regula a liberação de bile a partir da vesícula biliar e produz uma sensação de plenitude após a alimentação (discutido no capítulo 19).
Rins	
Eritropoietina (EPO)	Aumenta a taxa de produção de hemácias (discutido no capítulo 14).
Coração	
Peptídeo natriurético atrial (PNA)	Diminui a pressão sanguínea (discutido no capítulo 16).
Tecido adiposo	
Leptina	Suprime o apetite e pode aumentar a atividade do FSH e do LH (discutido no capítulo 20).
Placenta	
Gonadotropina coriônica humana (hCG)	Estimula o ovário a continuar a produção de estrógeno e progesterona durante a gravidez (discutido no capítulo 24).



Prostaglandinas e leucotrienos

Dois famílias de moléculas derivadas dos ácidos graxos, as **prostaglandinas**, ou **PGs**, e os **leucotrienos**, ou **LTs**, agem localmente como hormônios na maioria dos tecidos do corpo. Praticamente todas as células do corpo, exceto as hemácias, liberam estes hormônios locais, em resposta a estímulos mecânicos e químicos. Uma vez que as PGs e os LTs atuam próximos aos seus sítios de liberação, eles aparecem somente em mínimas quantidades no sangue.

Os leucotrienos estimulam o movimento dos leucócitos e mediam a inflamação. As prostaglandinas alteram a contração do músculo liso, as secreções glandulares, o fluxo sanguíneo, os processos reprodutivos, a função plaquetária, a respiração, a transmissão de impulsos nervosos, o metabolismo das gorduras e a resposta imunológica. As PGs também têm papéis na inflamação, promovendo a febre e intensificando a dor.

• CONEXÃO CLÍNICA Anti-inflamatórios não esteroides (AINEs)

A aspirina e os **anti-inflamatórios não esteroides (AINEs)** relacionados, como o ibuprofeno (Motrin®), inibem a enzima essencial na síntese da prostaglandina, sem afetar a síntese dos leucotrienos. Elas são usadas para tratar uma ampla variedade de distúrbios inflamatórios, desde a artrite reumatoide ao cotovelo de tenista. •

■ Teste sua compreensão

16. Que hormônios são secretados pelo trato gastrointestinal, placenta, rins, pele, tecido adiposo e coração?
17. Quais as funções das prostaglandinas e dos leucotrienos?

nomo (SNA), incluindo a medula da glândula suprarrenal, rapidamente mobiliza os recursos do corpo para a atividade física imediata. Ela leva grandes quantidades de glicose e oxigênio para os órgãos que são mais ativos para afastar o perigo: o encéfalo, que deve tornar-se altamente alerta; os músculos esqueléticos, que podem ter de repelir um atacante ou fugir; e o coração, que deve funcionar vigorosamente para bombear sangue suficiente para o encéfalo e para os músculos. A diminuição do fluxo sanguíneo para os rins, entretanto, promove a liberação da renina, que põe em movimento a via renina-angiotensina-aldosterona (ver Figura 13.14). A aldosterona faz os rins reterem Na^+ , o que acarreta a retenção de água e pressão sanguínea elevada. A retenção de água também ajuda a preservar o volume dos líquidos corporais em casos de sangramento grave.

O segundo estágio da resposta ao estresse é a **reação de resistência**. Ao contrário da resposta de luta-ou-fuga de curta duração, que é iniciada por impulsos nervosos do hipotálamo, a reação de resistência é iniciada, em grande parte, por hormônios liberadores hipotalâmicos e é uma resposta de longa duração. Os hormônios envolvidos são o hormônio liberador de corticotropina (CRH), hormônio liberador do hormônio do crescimento (GHRH) e o hormônio liberador de tirotropina (TRH).

O CRH estimula a adeno-hipófise a secretar ACTH que, por sua vez, estimula o córtex da glândula suprarrenal a liberar mais cortisol. O cortisol, então, estimula a liberação de glicose pelas células do fígado, a degradação de triglicerídeos em ácidos graxos e o catabolismo das proteínas em aminoácidos. Os tecidos de todo o corpo podem usar a glicose, os ácidos graxos e os aminoácidos resultantes para produzir ATP ou para reparar células danificadas. O cortisol também reduz a inflamação. Um segundo hormônio liberador hipotalâmico, o GHRH, faz a adeno-hipófise secretar o hormônio do crescimento humano (hGH). Atuando via fatores de crescimento semelhantes à insulina, o hGH estimula a degradação de triglicerídeos e glicogênio. Um terceiro hormônio liberador hipotalâmico, o TRH, estimula a adeno-hipófise a secretar o hormônio estimulante da tireoide (TSH). O TSH promove a secreção de hormônios tireóideos, que estimulam o aumento do uso de glicose para a produção de ATP. As ações combinadas do hGH e do TSH suprem, assim, o ATP adicional para as células metabolicamente ativas.

O estágio de resistência ajuda o corpo a continuar combatendo o estressor muito após a dissipação da resposta de luta-ou-fuga. Geralmente, ele é bem sucedido em nossa percepção de um episódio estressante, e nossos corpos retornam, então, ao normal. Ocasionalmente, entretanto, o estágio de resistência falha no combate ao estressor: os recursos do corpo podem eventualmente tornar-se tão esgotados que eles não conseguem sustentar o estágio de resistência, seguindo-se a **exaustão**. A exposição prolongada a altos níveis de cortisol e de outros hormônios envolvidos na reação de resistência causa desgaste dos músculos, supressão do sistema imunológico, ulceração do trato gastrointestinal e falência das células beta pancreáticas. Além disso, podem ocorrer alterações patológicas, porque as reações de resistência persistem após o estressor já ter sido removido.

A RESPOSTA AO ESTRESSE

OBJETIVO

- Descrever como o corpo responde ao estresse.

É impossível remover todo o estresse da nossa vida diária. Qualquer estímulo que produz uma resposta ao estresse é chamado de **estressor**. Um estressor pode ser qualquer perturbação – calor ou frio, venenos ambientais, toxinas emitidas por bactérias, sangramento volumoso de um ferimento ou cirurgia ou uma reação emocional forte. Os estressores podem ser agradáveis ou desagradáveis e variam entre as pessoas, ou mesmo na mesma pessoa em diferentes momentos. Quando os mecanismos homeostáticos são bem sucedidos em neutralizar o estresse, o meio interno permanece dentro dos limites fisiológicos normais. Se o estresse for extremo, não usual ou de longa duração, ele provoca uma **resposta ao estresse**, uma sequência de alterações corporais que podem passar por três estágios: (1) uma resposta inicial de luta-ou-fuga, (2) uma reação mais lenta de resistência e, finalmente, (3) a exaustão.

A **resposta de luta-ou-fuga**, iniciada por impulsos nervosos do hipotálamo para a parte simpática do sistema nervoso autô-

Embora o exato papel do estresse nas doenças humanas não seja conhecido, está claro que o estresse pode inibir temporariamente certos componentes do sistema imunológico. Os distúrbios relacionados ao estresse incluem gastrite, colite ulcerativa, síndrome do intestino irritável, hipertensão, asma, artrite reumatoide, enxaquecas, ansiedade e depressão. As pessoas sob estresse também estão sob maior risco de desenvolver uma doença crônica ou morrer prematuramente.

• **CONEXÃO CLÍNICA** | **Transtorno de estresse pós-traumático (TEPT)**

O **transtorno de estresse pós-traumático (TEPT)** pode se desenvolver em alguém que tenha experimentado, testemunhado ou aprendido sobre um evento físico ou psicologicamente angustiante. As causas imediatas do TEPT parecem ser os estressores específicos associados aos eventos. Entre os estressores estão o terrorismo, ser tomado como refém, aprisionamento, acidentes graves, tortura, abuso sexual ou físico, crimes violentos e desastres naturais. Nos Estados Unidos, o TEPT afeta 10% das mulheres e 5% dos homens. Os sintomas do TEPT incluem reviver o evento durante pesadelos ou retrospectos; perda de interesse e falta de motivação; baixa concentração; irritabilidade e insônia. •

■ **Teste sua compreensão**

18. Qual é o papel do hipotálamo durante o estresse?
19. Como estão relacionados o estresse e a imunidade?

O ENVELHECIMENTO E AS GLÂNDULAS ENDÓCRINAS

OBJETIVO

- Descrever os efeitos do envelhecimento nas glândulas endócrinas.

Embora algumas glândulas endócrinas encolham à medida em que ficamos mais velhos, seu desempenho pode ou não ser comprometido. A produção do hormônio do crescimento humano pela adeno-hipófise diminui, o que é uma das causas da atrofia muscular, à medida que o envelhecimento prossegue. A glândula tireoide frequentemente diminui a produção de hormônios tireóides com a idade, causando um decréscimo na taxa metabólica, aumento na gordura corporal e hipotireoidismo, o que é observado com maior frequência em pessoas mais velhas. Uma

vez que há menos retroalimentação negativa (níveis menores de hormônios tireóides), o nível do hormônio estimulante da tireoide aumenta com a idade.

Com o envelhecimento, o nível sanguíneo de PTH aumenta, talvez devido à ingestão inadequada de cálcio. Em um estudo de mulheres idosas que tomaram 2.400 mg/dia de suplemento de cálcio, os níveis sanguíneos de PTH estavam tão baixos quanto os de mulheres mais jovens. Tanto os níveis de calcitriol quanto os de calcitonina são mais baixos em pessoas idosas. Em conjunto, o aumento no PTH e a queda na calcitonina intensificam a diminuição na massa óssea relacionada à idade, que leva à osteoporose e ao risco aumentado de fraturas.

Com o avanço da idade, as glândulas suprarrenais contêm cada vez mais tecido fibroso e produzem menos cortisol e aldosterona. Entretanto, a produção de epinefrina e norepinefrina permanece normal. O pâncreas libera mais vagarosamente a insulina com a idade e a sensibilidade dos receptores de glicose diminui. Como resultado, os níveis de glicose no sangue em pessoas mais velhas aumentam mais rapidamente e retornam ao normal mais lentamente do que em indivíduos mais jovens.

O timo é maior na infância. Após a puberdade, seu tamanho começa a decrescer e o tecido tímico é substituído por tecido conectivo areolar e adiposo. Em adultos mais velhos, o timo já atrofiou significativamente. Entretanto, ele ainda produz novas células T para as respostas imunológicas.

Os ovários decrescem em tamanho com a idade, e eles já não respondem às gonadotropinas. A resultante produção diminuída de estrógenos leva a condições como osteoporose, colesterol sanguíneo alto e aterosclerose. Os níveis de FSH e LH são altos devido a menos inibição por retroalimentação negativa pelos estrógenos. Apesar da produção de testosterona pelos testículos decrescer com a idade, geralmente os efeitos não são aparentes até a idade bem avançada, e muitos homens idosos podem, ainda, produzir espermatozoides ativos em números normais.

■ **Teste sua compreensão**

20. Que hormônio está relacionado com a atrofia muscular que ocorre com o envelhecimento?

• • •

Para apreciar as várias formas pelas quais as glândulas endócrinas contribuem para a homeostase de outros sistemas do corpo, examine o Foco na Homeostase: As Glândulas Endócrinas. A seguir, no Capítulo 14, começaremos a explorar o sistema circulatório, iniciando com uma descrição da composição e das funções do sangue.

FOCO NA HOMEOSTASE:



AS GLÂNDULAS ENDÓCRINAS

Sistema corporal

Contribuição das glândulas endócrinas

Para todos os sistemas do corpo



Juntamente com o sistema nervoso, os hormônios das glândulas endócrinas regulam a atividade e o crescimento das células-alvo por todo o corpo. Diversos hormônios regulam o metabolismo, a captação de glicose e as moléculas usadas para produção de ATP pelas células do corpo.

Tegumento comum



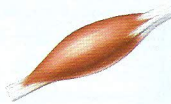
Os andrógenos estimulam o crescimento dos pelos axilares e púbicos e a ativação das glândulas sebáceas. O hormônio melanócito-estimulante (MSH) pode causar o escurecimento da pele.

Sistema esquelético



O hormônio do crescimento humano (hGH) e os fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFs) estimulam o crescimento do osso. Os estrógenos causam a oclusão das lâminas epifisiais no fim da puberdade e ajudam a manter a massa óssea em adultos. O hormônio paratireóideo (PTH) promove a liberação de cálcio e de outros minerais da matriz extracelular óssea no sangue. Os hormônios tireóideos são necessários para o desenvolvimento e crescimento normais do esqueleto.

Sistema muscular



A epinefrina e a norepinefrina ajudam a aumentar o fluxo sanguíneo para os músculos em exercício. O PTH mantém o nível apropriado de Ca^{2+} no sangue e no líquido intersticial, o que é necessário para a contração muscular. O glucagon, a insulina e outros hormônios regulam o metabolismo nas fibras musculares. Os IGFs, os hormônios tireóideos e a insulina estimulam a síntese de proteínas e, assim, ajudam a manter a massa muscular.

Sistema nervoso



Diversos hormônios, especialmente os hormônios tireóideos, a insulina e os IGFs influenciam o crescimento e o desenvolvimento do sistema nervoso.

Sistema circulatório



A eritropoietina (EPO) promove a produção de glóbulos vermelhos. A aldosterona e o hormônio antidiurético (ADH) aumentam o volume sanguíneo. A epinefrina e a norepinefrina aumentam a frequência cardíaca e a força de contração. Diversos hormônios elevam a pressão sanguínea durante os exercícios e em outras situações de estresse.

Sistema linfático e imunidade



Os glicocorticoides, como o cortisol, deprimem a inflamação e as respostas imunológicas. Os hormônios do timo promovem a maturação das células T, um tipo de glóbulo branco que participa das respostas imunológicas.

Sistema respiratório



A epinefrina e a norepinefrina dilatam (ampliam) as vias respiratórias durante o exercício e outras situações de estresse. A eritropoietina regula a quantidade de oxigênio transportada pelo sangue, pelo ajuste do número de glóbulos vermelhos.

Sistema digestório



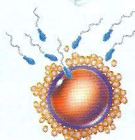
A epinefrina e a norepinefrina deprimem a atividade do sistema digestório. A gastrina, a colecistocinina, a secretina e os peptídeos insulíntrópicos dependentes de glicose (GIP) ajudam a regular a digestão. O calcitriol promove a absorção do cálcio da dieta. A leptina suprime o apetite.

Sistema urinário



O ADH, a aldosterona e o peptídeo natriurético atrial (PNA) ajustam a taxa de perda de água e íons na urina, regulando, dessa forma, o volume sanguíneo e os níveis de íons no sangue.

Sistemas genitais



Os hormônios hipotalâmicos liberadores e inibidores, o hormônio folículo-estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH) regulam o desenvolvimento, o crescimento e as secreções das gônadas (ovários e testículos). Os estrógenos e a testosterona contribuem para o desenvolvimento dos ovócitos e dos espermatozoides e estimulam o desenvolvimento das características sexuais. A prolactina promove a produção de leite nas glândulas mamárias. A ocitocina causa a contração do útero e a ejeção de leite pelas glândulas mamárias.



DISTÚRBIOS COMUNS

Os distúrbios das glândulas endócrinas frequentemente envolvem ou **hipossecção** (*bipo-* = muito pouco ou abaixo), liberação inadequada de um hormônio, ou **hipersecção** (*biper-* = muito ou acima), liberação excessiva de um hormônio. Em outros casos, o problema é devido a receptores hormonais defeituosos ou a um número inadequado de receptores.

Distúrbios da hipófise

Vários distúrbios da adeno-hipófise envolvem o hormônio do crescimento humano (hGH). A hipossecção de hGH, durante os anos de crescimento, retarda o desenvolvimento do osso, e as lâminas epifisiais consolidam-se antes que a altura normal seja alcançada. Essa condição é chamada de **nanismo hipofisário**. Outros órgãos do corpo também deixam de crescer e as proporções corporais são semelhantes às infan-

tis. Enquanto um anão possui uma cabeça e um torso de tamanho normal, porém os membros pequenos, um indivíduo com nanismo hipofisário tem cabeça, torso e membros proporcionais.

A hipersecção de hGH durante a infância resulta no **gigantismo hipofisário**, um aumento anormal no comprimento dos ossos longos. A pessoa cresce e fica muito alta, mas as proporções corporais são aproximadamente normais. A **Figura 13.15a** mostra gêmeos idênticos; um irmão desenvolveu gigantismo devido a um tumor hipofisário. A hipersecção de hGH durante a idade adulta é chamada de **acromegalia**. Embora o hGH não possa produzir um maior alongamento dos ossos longos, porque as lâminas epifisiais já estão consolidadas, os ossos das mãos, dos pés, da face e a mandíbula se espessam e outros tecidos aumentam (**Figura 13.15 b**).

A anormalidade mais comum da neuro-hipófise é o **diabetes insípido** (*diabetes* = extravasamento; *insipidus* = sem sabor). Essa doença

Figura 13.15 Fotografias de pessoas com vários distúrbios endócrinos.



As doenças das glândulas endócrinas frequentemente envolvem hipossecção ou hipersecção de vários hormônios.



(a) Um homem de 22 anos com gigantismo hipofisário, mostrado ao lado de seu irmão gêmeo idêntico.



(b) Acromegalia (excesso de hGH durante a idade adulta)



(c) Bócio (aumento da glândula tireoide)



(d) Exoftalmia (excesso de hormônios tireóideos, como na doença de Graves)



(e) Síndrome de Cushing (excesso de glicocorticóides)



Qual dos distúrbios mostrados aqui é devido a anticorpos que mimetizam a ação do TSH?



se deve a defeitos nos receptores do hormônio antidiurético (ADH) ou à incapacidade de secretar ADH. Geralmente, a doença é causada por um tumor encefálico, um traumatismo craniano ou uma cirurgia encefálica que causa danos à neuro-hipófise ou no hipotálamo. Um sinal comum é a excreção de grandes volumes de urina, com desidratação e sede resultantes. Uma vez que muita água é perdida na urina, uma pessoa com diabetes insípido pode morrer de desidratação se for privada de água por apenas um dia, aproximadamente.

Distúrbios da glândula tireoide

As doenças da glândula tireoide afetam todos os principais sistemas corporais e estão entre os transtornos endócrinos mais comuns. O **hipotireoidismo congênito**, hipossecreção de hormônios tireóideos que está presente no nascimento, tem consequências devastadoras se não tratado prontamente. Anteriormente denominada *cretinismo*, essa condição causa grave retardo mental. No nascimento, o bebê é tipicamente normal porque os hormônios tireóideos lipossolúveis maternos cruzaram a placenta durante a gestação e permitiram o desenvolvimento normal. A maioria dos países exige a testagem de todos os recém-nascidos para assegurar a função adequada da tireoide. Se existir hipotireoidismo congênito, o tratamento oral com hormônio tireóideo deve ser iniciado logo após o nascimento e continuado por toda a vida.

O hipotireoidismo durante a idade adulta produz o **mixedema**, que ocorre cerca de cinco vezes mais frequentemente em mulheres do que em homens. Uma característica marcante desse distúrbio é o edema (acúmulo de líquido intersticial) que provoca intumescimento dos tecidos faciais, dando o aspecto de inchaço. Uma pessoa com mixedema apresenta frequência cardíaca lenta, baixa temperatura corporal, sensibilidade ao frio, pele e cabelos secos, fraqueza muscular, letargia geral e tendência para ganhar peso facilmente.

A forma mais comum de hipertireoidismo é a **doença de Graves**, que também ocorre mais frequentemente em mulheres do que em homens, em geral antes dos 40 anos de idade. A doença de Graves é uma doença autoimune, na qual a pessoa produz anticorpos que mimetizam a ação do hormônio estimulante da tireoide (TSH). Os anticorpos estimulam continuamente a glândula tireoide a crescer e a produzir hormônios tireóideos. Desse modo, a glândula tireoide pode aumentar de 2 a 3 vezes o seu tamanho normal, uma condição chamada de **bócio** (*bocius* = intumescência) (Figura 13.15c). O bócio também ocorre em outras doenças da tireoide e se a ingestão de iodo for inadequada. Os pacientes portadores de doença de Graves frequentemente têm um edema peculiar atrás dos olhos, chamado de *exoftalmia*, que causa a protrusão dos olhos (Figura 13.15d).

Distúrbios da glândula paratireoide

O **hipoparatiroidismo** – insuficiência do hormônio paratireóideo – leva a uma deficiência de Ca^{2+} , que faz neurônios e fibras musculares despolarizarem e produzirem potenciais de ação espontaneamente. Isso provoca contrações rápidas, espasmos e *tetania* (contração mantida) do músculo esquelético. A principal causa do hipoparatiroidismo é o dano acidental às glândulas paratireóides ou ao seu suprimento sanguíneo durante a cirurgia para remover a glândula tireoide.

Distúrbios da glândula suprarrenal

A hipersecreção de cortisol pelo córtex da glândula suprarrenal produz a **síndrome de Cushing**. A condição é caracterizada pela degradação das proteínas dos músculos e redistribuição da gordura corporal, resultando em braços e pernas finos acompanhados por uma “face de lua” arredondada (Figura 13.15e), “corcova de búfalo” no dorso e abdome pendular (pendurado). O elevado nível de cortisol causa hiperglicemia,

osteoporose, fraqueza, hipertensão, suscetibilidade aumentada à infecção, resistência diminuída ao estresse e oscilações do humor.

A hipossecreção de glicocorticoides e aldosterona causa a **doença de Addison**. Os sintomas incluem letargia mental, anorexia, náuseas e vômitos, perda de peso, hipoglicemia e fraqueza muscular. A perda de aldosterona leva ao aumento de potássio e à diminuição de sódio no sangue, pressão sanguínea baixa, desidratação, diminuição do débito cardíaco, arritmias cardíacas e até parada cardíaca. A pele pode ter uma aparência “bronzada” que frequentemente é confundida com o bronzado do sol. Tal como foi visto no caso do Presidente John F. Kennedy, cuja doença de Addison era conhecida apenas por alguns, enquanto ele estava vivo.

Geralmente, tumores benignos da medula da glândula suprarrenal, chamados de **feocromocitomas** (*feo* = escura; *-cromo* = cor; *-cito* = célula), causam superprodução de epinefrina e norepinefrina. O resultado é uma versão prolongada da resposta de luta-ou-fuga: frequência cardíaca rápida, dor de cabeça, pressão sanguínea alta, altos níveis de glicose no sangue e na urina, taxa metabólica basal (TMB) elevada, face ruborizada, nervosismo, sudorese e motilidade gastrointestinal diminuída.

Distúrbios das ilhotas pancreáticas

O distúrbio endócrino mais comum é o **diabetes melito** (*meli* = mel açucarado), causado pela incapacidade de produzir ou de utilizar a insulina. O diabetes melito é a quarta maior causa de morte por doença nos Estados Unidos, primariamente devido a seu dano ao sistema circulatório. Uma vez que a insulina é indisponível para auxiliar o movimento de glicose para o interior das células, o nível de glicose no sangue é alto e a glicose “extravasa” na urina (glicosúria). As características do diabetes melito são as três “polis”: *poliúria*, produção excessiva de urina devida à incapacidade dos rins de reabsorver a água; *polidipsia*, sede excessiva; e *polifagia*, ingestão alimentar excessiva.

Tanto os fatores genéticos como os ambientais contribuem para o início dos dois tipos de diabetes melito – tipo 1 e tipo 2 – mas os mecanismos exatos ainda são desconhecidos. No **diabetes melito tipo 1**, o nível de insulina é baixo porque o sistema imunológico do indivíduo destrói as células pancreáticas beta. Mais comumente, o diabetes melito tipo 1 se desenvolve em pessoas com menos de 20 anos, embora ela persista por toda a vida. Na época em que os sintomas surgem, 80 a 90% das células beta das ilhotas já foram destruídas.

Pelo fato da insulina não estar presente para ajudar a entrada da glicose nas células corporais, a maioria das células utiliza os ácidos graxos para produzir ATP. As reservas de triglicérides no tecido adiposo são degradadas em ácidos graxos e glicerol. Os subprodutos dos ácidos graxos degradados – ácidos orgânicos chamados de cetonas ou corpos cetônicos – acumulam-se. O acúmulo de cetonas faz o pH do sangue cair, uma condição conhecida como **cetoacidose**. A menos que seja tratada rapidamente, a cetoacidose pode causar morte.

O **diabetes melito tipo 2** é muito mais comum do que o tipo 1. Ele ocorre mais frequentemente em pessoas que estão acima dos 35 anos e com sobrepeso. Os altos níveis de glicose no sangue frequentemente podem ser controlados pela dieta, exercício e perda de peso. Algumas vezes, um fármaco antidiabético como a *gliburida* (Diabeta®) é usado para estimular a secreção de insulina pelas células beta do pâncreas. Embora alguns diabéticos tipo 2 precisem de insulina, muitos têm quantidades suficientes (ou mesmo um excesso) de insulina no sangue. Para essas pessoas, o diabetes surge não por falta de insulina, mas porque as células-alvo se tornam menos sensíveis a ela.

O **hiperinsulinismo** resulta, mais frequentemente, quando um diabético injeta insulina em excesso. O principal sintoma é a **hipoglicemia**, nível sanguíneo de glicose diminuído, que ocorre porque o excesso de insulina estimula em demasia a captação de glicose pelas células corporais. Quando a glicose sanguínea cai, os neurônios são privados

do suprimento constante de glicose que eles precisam para funcionar de modo eficaz. A hipoglicemia grave leva a desorientação mental, convulsões, inconsciência e choque, e é denominada **choque insulínico**. A

morte pode ocorrer rapidamente, a menos que a glicose sanguínea seja restaurada aos níveis normais.

TERMINOLOGIA E CONDIÇÕES MÉDICAS

Ginecomastia (*gineco-* = mulher; *-mast-* = mama) Desenvolvimento excessivo das glândulas mamárias em um homem. Algumas vezes, um tumor da glândula suprarrenal pode secretar quantidades suficientes de estrógeno para causar a condição.

Hirsutismo (*hirsut-* = peludo) Presença de excesso de pelos faciais e corporais, em um padrão masculino, especialmente em mulheres; pode ser devido ao excesso de produção de andrógenos, causado por tumores ou por algumas substâncias.

Crise tireóidea (tempestade) Um estado grave de hipertireoidismo que pode ser fatal. Ela é caracterizada por temperatura corporal alta,

frequência cardíaca rápida, pressão sanguínea elevada, sintomas gastrintestinais (dor abdominal, vômitos, diarreia), agitação, tremores, confusão, convulsões e possivelmente coma.

Adenoma virilizante (*aden-* = glândula; *-oma* = tumor) Tumor da glândula suprarrenal que libera andrógenos em excesso, causando virilização (masculinização) em mulheres. Ocasionalmente, as células tumorais da suprarrenal liberam estrógenos até o ponto em que um paciente do sexo masculino desenvolve ginecomastia. Tal tumor é chamado de **adenoma feminizante**.



RESUMO

Introdução

1. O sistema nervoso controla a homeostase por meio da liberação de neurotransmissores; as glândulas endócrinas utilizam hormônios.
2. O sistema nervoso faz os músculos se contraírem e as glândulas secretarem; as glândulas endócrinas afetam praticamente todos os tecidos do corpo.
3. As glândulas exócrinas (sudoríferas, sebáceas, mucosas, digestórias) secretam seus produtos através de ductos no interior das cavidades do corpo ou nas superfícies do corpo.
4. O sistema das glândulas endócrinas consiste em glândulas endócrinas e em vários órgãos que contêm tecidos endócrinos.

Ação hormonal

1. As glândulas endócrinas secretam hormônios no líquido intersticial. Depois, os hormônios se difundem para o sangue.
2. Os hormônios afetam apenas células-alvo específicas, que possuem os receptores específicos para se ligarem a um dado hormônio.
3. Quimicamente, os hormônios são lipossolúveis (esteroides, hormônios tireóideos e óxido nítrico) ou hidrossolúveis (aminoácidos modificados, peptídeos e proteínas).
4. Os hormônios lipossolúveis afetam a função celular alterando a expressão gênica.
5. Os hormônios hidrossolúveis alteram a função celular ativando os receptores da membrana plasmática, que provocam a produção de um segundo mensageiro que ativa várias proteínas dentro da célula.
6. A secreção hormonal é controlada por sinais do sistema nervoso, mudanças químicas no sangue e outros hormônios.

Hipotálamo e hipófise

1. A hipófise está anexada ao hipotálamo e consiste em dois lobos: a adeno-hipófise e a neuro-hipófise.

2. Os hormônios da hipófise são controlados pelos hormônios liberadores e inibidores produzidos pelo hipotálamo. As veias porto-hipofisárias transportam os hormônios hipotalâmicos liberadores e inibidores, do hipotálamo para a adeno-hipófise.
3. A adeno-hipófise consiste em células que produzem hormônio do crescimento humano (hGH), prolactina (PRL), hormônio estimulante da tireoide (TSH), hormônio foliculo-estimulante (FSH), hormônio luteinizante (LH), hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) e hormônio melanócito-estimulante (MSH).
4. O hormônio do crescimento humano (hGH) estimula o crescimento do corpo por fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGFs) e é controlado pelo hormônio liberador do hormônio do crescimento (GHRH) e pelo hormônio inibidor do hormônio do crescimento (GHIH).
5. O TSH regula as atividades da glândula tireoide e é controlado pelo hormônio liberador de tirotrópina (TRH).
6. O FSH e o LH regulam as atividades das gônadas – ovários e testículos – e são controlados pelo hormônio liberador de gonadotropina (GnRH).
7. A PRL ajuda a estimular a produção de leite. O hormônio inibidor de prolactina (PIH) suprime a liberação de prolactina. O hormônio liberador de prolactina (PRH) estimula o aumento do nível de prolactina durante a gravidez.
8. O ACTH regula as atividades do córtex da glândula suprarrenal e é controlado pelo hormônio liberador de corticotropina (CRH).
9. A neuro-hipófise contém terminais axônicos de células neurosecretoras cujos corpos celulares estão no hipotálamo.
10. Os hormônios sintetizados no hipotálamo e liberados na neuro-hipófise incluem a ocitocina, que estimula a contração do útero e a ejeção do leite pelas mamas, e o hormônio antidiurético (ADH), que estimula a reabsorção de água pelos rins e a constrição das arteríolas.



11. A secreção de ocitocina é estimulada pela distensão uterina e pela sucção durante a amamentação; a secreção de ADH é controlada pela pressão osmótica do sangue e pelo volume sanguíneo.
12. A Tabela 13.1 resume os hormônios da adeno-hipófise e da neuro-hipófise.

Glândula tireoide

1. A glândula tireoide está localizada abaixo da laringe.
2. Ela consiste em folículos tireóideos compostos por células foliulares, que secretam os hormônios tireóideos tiroxina (T_4) e tri-iodotironina (T_3), e de células parafoliculares, que secretam calcitonina.
3. Os hormônios tireóideos regulam o uso e a taxa metabólica do oxigênio, o metabolismo celular, o crescimento e o desenvolvimento. Sua secreção é controlada pelo TRH do hipotálamo e pelo hormônio estimulante da tireoide (TSH) da adeno-hipófise.
4. A calcitonina (CT) pode diminuir o nível sanguíneo de cálcio; sua secreção é controlada pelo nível de cálcio no sangue.

Glândulas paratireoides

1. As glândulas paratireoides estão incorporadas à superfície posterior da tireoide.
2. O hormônio paratireóideo (PTH) regula a homeostase do cálcio, do magnésio e do fosfato aumentando os níveis sanguíneos de cálcio e magnésio e diminuindo o nível sanguíneo de fosfato. A secreção de PTH é controlada pelo nível de cálcio no sangue.

Ilhotas pancreáticas

1. O pâncreas situa-se na curvatura do duodeno. Ele tem as funções endócrina e exócrina.
2. A porção endócrina consiste em ilhotas pancreáticas ou ilhotas de Langerhans, que são compostas por células alfa e beta.
3. As células alfa secretam o glucagon e as células beta secretam a insulina.
4. O glucagon aumenta o nível sanguíneo de glicose e a insulina diminui o nível sanguíneo de glicose. A secreção de ambos os hormônios é controlada pelo nível de glicose no sangue.

Glândulas suprarrenais

1. As glândulas suprarrenais estão localizadas acima dos rins. Elas consistem em um córtex, externo, e uma medula, interna.
2. O córtex da glândula suprarrenal é dividido em três zonas: a zona externa secreta mineralocorticoides; a zona média secreta glicocorticoides; e a zona interna secreta andrógenos.
3. Os mineralocorticoides (principalmente a aldosterona) aumentam a reabsorção de sódio e água e diminuem a reabsorção de potássio. Sua secreção é controlada pela via renina-angiotensina-aldosterona.
4. Os glicocorticoides (principalmente o cortisol) promovem o metabolismo normal, ajudam a resistir ao estresse e diminuem a inflamação. Sua secreção é controlada pelo ACTH.
5. Os andrógenos secretados pelo córtex da glândula suprarrenal estimulam o crescimento dos pelos axilares e púbicos, auxiliam o pico de crescimento pré-puberal e contribuem para a libido.
6. A medula da glândula suprarrenal secreta epinefrina e norepinefrina (NE), que são liberadas sob estresse.

Ovários e testículos

1. Os ovários estão localizados na cavidade pélvica e produzem estrogênios, progesterona e inibina. Esses hormônios sexuais regulam o ciclo menstrual, mantêm a gravidez e preparam as glândulas mamárias para a lactação. Eles também ajudam a estabelecer e a manter a forma do corpo feminino.
2. Os testículos situam-se dentro do escroto e produzem testosterona e inibina. A testosterona regula a produção de espermatozoides e estimula o desenvolvimento e a manutenção das características masculinas, como o crescimento de barba e o tom mais grave da voz.

Glândula pineal

1. A glândula pineal, ligada ao teto do terceiro ventrículo do encéfalo, secreta a melatonina, que contribui para estabelecer o relógio biológico do corpo.

Outros hormônios

1. Outros tecidos do corpo, além daqueles normalmente classificados como glândulas endócrinas, contêm tecido endócrino e secretam hormônios. Esses tecidos incluem o trato gastrointestinal, a placenta, os rins, a pele e o coração. (Ver Tabela 13.2.)
2. As prostaglandinas e os leucotrienos atuam localmente na maioria dos tecidos do corpo.

A resposta ao estresse

1. Os estressores incluem operações cirúrgicas, venenos, infecções, febre e fortes respostas emocionais.
2. Se o estresse for extremo, ele desencadeia a resposta ao estresse, que ocorre em três estágios: a resposta de luta-ou-fuga, a reação de resistência e a exaustão.
3. A resposta de luta-ou-fuga é iniciada por impulsos nervosos do hipotálamo para a parte simpática do sistema nervoso autônomo e para a medula da glândula suprarrenal. Essa resposta rapidamente aumenta a circulação e promove a produção de ATP.
4. A reação de resistência é iniciada pelos hormônios liberadores secretados pelo hipotálamo. As reações de resistência são de maior duração e aceleram as reações de degradação para fornecer ATP para combater o estresse.
5. O estágio de exaustão resulta do esgotamento dos recursos do corpo durante o estágio da reação de resistência.
6. O estresse pode desencadear certas doenças pela inibição do sistema imune.

O envelhecimento e as glândulas endócrinas

1. Embora algumas glândulas endócrinas encolham à medida em que nos tornamos mais velhos, o seu desempenho pode ou não ser comprometido.
2. A produção do hormônio do crescimento humano, hormônios tireóideos, cortisol, aldosterona e estrogênios diminui com o avanço da idade.
3. Com o envelhecimento, os níveis sanguíneos de TSH, LH, FSH e PTH aumentam.
4. O pâncreas libera insulina mais lentamente com a idade e a sensibilidade dos receptores para a glicose diminui.
5. Após a puberdade, o tamanho do timo começa a diminuir e o tecido do timo é substituído por tecido conjuntivo areolar e adiposo.



AUTOAVALIAÇÃO

- Qual das seguintes afirmativas NÃO está correta a respeito dos hormônios?
 - As respostas aos hormônios são geralmente mais lentas e duradouras do que as respostas estimuladas pelo sistema nervoso.
 - Os hormônios são geralmente controlados por sistemas de retroalimentação negativa.
 - O hipotálamo inibe a liberação de alguns hormônios.
 - A maioria dos hormônios é liberada prontamente durante todo o dia.
 - A secreção de hormônios é determinada pelas necessidades corporais para manter a homeostase.
- Qual das seguintes afirmativas em relação à ação hormonal NÃO é verdadeira?
 - Os hormônios provocam alterações nas atividades metabólicas das células.
 - As células-alvo devem ter receptores para o hormônio.
 - Os hormônios lipossolúveis podem entrar diretamente nas células-alvo e afetar genes específicos.
 - Quando um hormônio se liga ao receptor em uma membrana, ele é denominado primeiro mensageiro.
 - O ATP é um segundo mensageiro comum nas células-alvo.
- Qual das seguintes afirmativas NÃO é verdadeira?
 - A secreção de hormônios pela adeno-hipófise é controlada pelos hormônios liberadores hipotalâmicos.
 - A hipófise está ligada ao hipotálamo pelo infundíbulo.
 - As veias porto-hipofisárias conectam a neuro-hipófise ao hipotálamo.
 - A adeno-hipófise constitui a maior parte da hipófise.
 - A neuro-hipófise libera hormônios produzidos pelas células neurosecretoras do hipotálamo.
- O hormônio que promove a liberação do leite pelas glândulas mamárias e que estimula o útero a se contrair é:
 - ocitocina
 - prolactina
 - relaxina
 - calcitonina
 - hormônio folículo-estimulante
- A glândula que prepara o corpo para reagir ao estresse liberando epinefrina é a:
 - neuro-hipófise
 - adeno-hipófise
 - pineal
 - suprarrenal
 - pâncreas
- Posicione na ordem correta os seguintes passos da alça de retroalimentação, em relação à secreção da glândula tireoide.
 - o TRH é liberado pelo hipotálamo
 - atividade aumentada das células foliculares da tireoide
 - níveis normais de hormônios tireóideos no sangue
 - o TSH é liberado pela adeno-hipófise
 - níveis baixos de hormônios tireóideos no sangue
 - 2, 3, 1, 4, 5
 - 5, 1, 4, 2, 3
 - 5, 4, 1, 2, 3
 - 3, 4, 1, 2, 5
 - 5, 4, 2, 1, 3
- Uma mulher que está sem energia, ganhando peso, e que tem uma baixa temperatura corporal pode estar tendo problemas com seu (sua)
 - pâncreas
 - glândulas paratireóides
 - medula da glândula suprarrenal
 - ovários
 - glândula tireoide
- A destruição das células alfa do pâncreas pode resultar em
 - hipoglicemia
 - transtorno afetivo sazonal
 - níveis baixos de cálcio no sangue
 - hiperglicemia
 - produção reduzida de urina
- Qual das seguintes afirmativas NÃO é verdadeira a respeito do hormônio do crescimento humano (hGH) e dos fatores de crescimento semelhantes à insulina?
 - Eles estimulam a síntese proteica.
 - Eles possuem um tecido-alvo primário no corpo.
 - Eles estimulam o crescimento do músculo esquelético.
 - Os níveis de hGH aumentam durante o sono.
 - A hipoglicemia pode estimular a liberação de hGH pela hipófise.
- O hormônio folículo-estimulante (FSH) age nos _____ e o hormônio luteinizante (LH) age nos (nas) _____.
 - ovários, testículos
 - testículos, ovários
 - ovários e testículos, ovários e testículos
 - ovários, glândulas mamárias
 - ovários e útero, testículos
- Uma injeção do hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) iria:
 - estimular os ovários
 - influenciar a atividade da glândula tireoide
 - estimular a liberação de cortisol
 - causar contrações uterinas
 - diminuir a produção de urina
- Qual das seguintes afirmativas NÃO é verdadeira a respeito dos glicocorticóides?
 - Eles ajudam a controlar o equilíbrio eletrolítico.
 - Eles ajudam a fornecer resistência ao estresse.
 - Eles ajudam a promover o metabolismo normal.
 - Eles são hormônios anti-inflamatórios.
 - Eles fornecem energia ao corpo.
- Os mineralocorticóides
 - ajudam a prevenir a perda de potássio pelo corpo
 - são regulados pela via renina-angiotensina-aldosterona
 - aumentam a taxa de perda de sódio pela urina
 - diminuem a pressão sanguínea do corpo
 - aumentam a perda de água pelo corpo aumentando a produção de urina.



14. O hormônio paratireóideo:
- diminui a perda de cálcio nos rins
 - promove a formação de calcitriol
 - facilita a absorção de cálcio no trato gastrointestinal
 - estimula a liberação de cálcio e fósforo do osso
 - é responsável por todas as opções anteriores
15. Qual dos seguintes pares de hormônios possuem efeitos opostos?
- hormônio paratireóideo, hormônios tireóideos
 - hormônio paratireóideo, calcitonina
 - ocitocina, glicocorticoides
 - aldosterona, ocitocina
 - hormônio tireóideo, timosina
16. Um hormônio que interrompe a liberação de FSH é:
- relaxina
 - progesterona
 - ocitocina
 - inibina
 - insulina
17. Associe os seguintes itens:
- | | |
|--|-----------------------------------|
| _____ a. produz(em) hormônios tireóideos | A. neuro-hipófise |
| _____ b. secreta(m) insulina | B. córtex da glândula suprarrenal |
| _____ c. libera(m) hormônios nos vasos capilares da neuro-hipófise | C. células foliculares |
| _____ d. armazena(m) ocitocina | D. células alfa |
| _____ e. secreta(m) glucagon | E. células parafoliculares |
| _____ f. produz(em) calcitonina | F. células beta |
| _____ g. secreta(m) hormônios esteroides | G. células neurosecretoras |
18. Em uma pessoa desidratada, você esperaria observar uma liberação aumentada de:
- hormônio paratireóideo
 - aldosterona
 - insulina
 - melatonina
 - calcitonina
19. Associe os seguintes itens:
- | | |
|-------------------------------------|--|
| _____ a. diabetes insípido | A. hipersecreção de glicocorticoides |
| _____ b. diabetes melito | B. hipossecreção de hormônio antidiurético |
| _____ c. mixedema | C. hipersecreção de insulina |
| _____ d. síndrome de Cushing | D. hipossecreção de hormônio paratireóideo |
| _____ e. acromegalia | E. hipossecreção de hormônio tireóideo |
| _____ f. tetania | F. hipossecreção de glicocorticoides |
| _____ g. transtorno afetivo sazonal | G. hipersecreção de hormônios tireóideos |
| _____ h. doença de Graves | H. hipersecreção de hGH |
| _____ i. doença de Addison | I. hipersecreção de melatonina |
20. Para cada um dos seguintes itens, indique em que estágio eles ocorreriam como parte da resposta ao estresse. Use F para indicar resposta de luta-ou-fuga, R para indicar reação de resistência e E para indicar a exaustão.
- iniciada pelos hormônios liberadores hipotalâmicos
 - iniciada pela parte simpática do sistema nervoso autônomo
 - prepara imediatamente o corpo para a ação
 - aumenta a liberação de cortisol
 - resposta de curta duração
 - recursos corporais tornam-se esgotados
 - liberação aumentada de muitos hormônios que garantem um suprimento contínuo de ATP
 - insuficiência das células pancreáticas beta; atrofia dos músculos
 - funções corporais não essenciais inibidas



APLICAÇÕES DO PENSAMENTO CRÍTICO

- Eduardo foi diagnosticado com diabetes melito em seu 8º aniversário. Sua tia de 65 anos recentemente foi diagnosticada com diabetes, também. Eduardo está tendo dificuldade para entender porque ele precisa de injeções, enquanto sua tia controla seu açúcar no sangue com dieta e medicação oral. Por que o tratamento da tia de Eduardo é diferente?
- Embora seja bastante ativo fisicamente, João, de 65 anos de idade, tem notado que seus músculos não são tão grandes como eram em sua juventude. Ele ouviu que existe uma "pílula especial de hormônio" que pode ajudar a reconstruir seus músculos. Cite uma das causas de sua perda muscular e qual hormônio poderia estar na medicação?
- A melatonina tem sido sugerida como um possível auxiliar em problemas de sono devidos às mudanças de fuso horário nos vôos intercontinentais e aos horários rotativos de trabalho (turnos de trabalho). Ela também pode estar envolvida no transtorno afetivo sazonal (TAS). Explique como a melatonina pode afetar o sono.
- Bruno está pedalando em uma prova de 80 km em um dia quente de verão. Ele está respirando a poeira atrás do grupo, duando abundantemente e, agora, ele perdeu sua garrafa de água. Bruno não está tendo um bom momento. Como os seus hormônios responderão à ingestão reduzida de água e ao estresse da situação?

**RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DAS FIGURAS**

- 13.1** As secreções das glândulas endócrinas difundem-se no líquido intersticial e depois no sangue; as secreções exócrinas fluem para dentro dos ductos que levam às cavidades do corpo ou à superfície do corpo.
- 13.2** As moléculas de RNA são sintetizadas quando os genes são expressos (transcritos) e depois o mRNA codifica a síntese de moléculas proteicas.
- 13.3** Ele traz a mensagem do primeiro mensageiro, o hormônio hidrossolúvel, para o interior da célula.
- 13.4** A neuro-hipófise libera os hormônios sintetizados no hipotálamo.
- 13.5** As células-alvo da ocitocina estão no útero e nas glândulas mamárias.
- 13.6** A absorção de um grande copo de água nos intestinos diminuiria a pressão osmótica (concentração de solutos) do seu plasma sanguíneo, interrompendo a secreção de ADH e diminuindo o nível de ADH em seu sangue.
- 13.7** As células foliculares secretam T3 e T4; as células parafoliculares secretam calcitonina.
- 13.8** Os hormônios tireóideos aumentam a taxa metabólica.
- 13.9** O PTH aumenta o número e a atividade dos osteoclastos.
- 13.10** Os tecidos-alvo para o PTH são os ossos e os rins; o tecido-alvo para a calcitonina é o osso; o tecido-alvo para o calcitriol é o trato gastrointestinal (GI).
- 13.11** O pâncreas é tanto uma glândula endócrina quanto exócrina.
- 13.12** O glucagon é considerado um hormônio “anti-insulínico” porque ele tem vários efeitos que são opostos aos da insulina.
- 13.13** A zona externa do córtex da glândula suprarrenal secreta mineralocorticoides, a zona média secreta glicocorticoides e a zona interna secreta andrógenos suprarrenais.
- 13.14** Pelo fato dos fármacos que bloqueiam a ECA baixarem a pressão sanguínea, eles são usados para tratar a pressão sanguínea alta (hipertensão).
- 13.15** Na doença de Graves, são produzidos anticorpos que mimetizam a ação do TSH.